



STARESO

Pte de la Revellata

BP 33 – 20260 Calvi (Corse) - FRANCE

Tel : + 33 (0)6 86 22 32 61

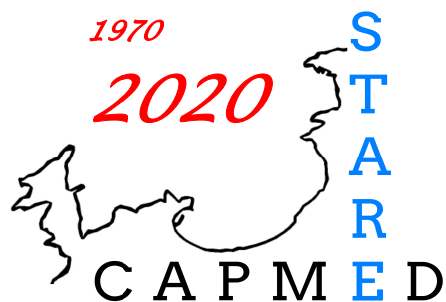
Email : stareso@stareso.com

Site web : www.stareso.com



STARECAPMED

STation of **R**eference and **rE**search on **C**hange of local
and global **A**nthropogenic **P**ressures on **M**editerranean
Ecosystems **D**rifts



Rapport 2014





STARECAPMED

STation of **R**eference and **rE**search on **C**hange of local and global
Anthropogenic **P**ressures on **M**editerranean **E**cosystems **D**rifts

Rapport 2014

Ce document doit être cité dans la littérature comme suit :

J. RICHIR^{1,2}, A. ABADIE^{1,2}, M. BINARD³, R. BIONDO², P. BOISSERY⁴, A. BORGES⁵, N. CIMITERRA¹, A. COLLIGNON^{1,6}, W. CHAMPENOIS⁵, A. DONNAY¹, C. FRÉJEFOND¹, S. GOBERT², A. GOFFART⁶, J.-H. HECQ⁶, G. LEPOINT², C. PELAPRAT¹, A. PERE¹, D. SIRJACOBS⁷, J.-P. THOMÉ⁸, A. VOLPON¹ & P. LEJEUNE¹ (2015) : STARECAPMED (STation of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts) - Année 2014. Rapport de recherches, STARESO, 84 pp.

¹: Station de recherches STARESO, Calvi, France.

²: Laboratoire d'océanologie, Université de Liège, Liège, Belgique.

³: Plateforme "Geographic Information Technological Aid Network", Université de Liège, Liège, Belgique.

⁴: Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Marseille, France.

⁵: Unité d'océanographie chimique, Université de Liège, Liège, Belgique.

⁶: Unité de planctonologie, Laboratoire d'océanologie, Université de Liège, Liège, Belgique.

⁷: Algologie, mycologie et systématique expérimentale, Université de Liège, Liège, Belgique.

⁸: Laboratoire d'écologie animale et d'écotoxicologie, Université de Liège, Liège, Belgique.



INTRODUCTION

Pierre LEJEUNE

La prise de conscience, par le grand public, de l'impact grandissant de l'homme sur l'océan est récente. Elle se traduit par une volonté politique sincère de correction par des mesures de protection, de gestion et de développement durable.

Ces politiques, et leurs conséquences économiques et sociétales lourdes, ne peuvent être acceptées que si les décisions se fondent sur des connaissances scientifiques incontestables et montrent des résultats scientifiquement prouvés.

Par ailleurs, ces décisions doivent prendre en compte des impacts qui s'opèrent à des échelles de temps et d'espace très variables, de quelques heures à plusieurs dizaines d'années et de quelques mètres à plusieurs milliers de km.

En termes politiques, l'information scientifique nécessaire à la prise de décision doit pouvoir couvrir les différentes échelles depuis le niveau local et régional, jusqu'à l'échelle nationale, européenne voire globale, et cela sur le plus long terme possible.

Enfin, pour être complète, l'information scientifique sur les écosystèmes marins doit pouvoir répondre à trois questions objectives :

- (i) quel est l'état?
- (ii) quelle est l'évolution?
- (iii) quels sont les mécanismes et processus mis en jeux?

et à une question plus prospective :

- (vi) que peut-t-on prévoir et comment agir?

C'est dans ce contexte que s'inscrit le programme STARECAPMED, porté par la Collectivité Territoriale de Corse et l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.

STARECAPMED : site atelier

Pour répondre aux enjeux environnementaux marins, les Régions, Etats et Groupements d'Etats comme l'Europe ont mis en place :

- de nombreux réseaux de surveillance, pour qualifier l'état des écosystèmes et leur évolution, qui se déploient à l'échelle de masses d'eaux, de façades, voir de mers et d'océans. Ces réseaux apportent la vision importante et nécessaire de large échelle, mais l'effort produit sur des surfaces si étendues limite fortement la fréquence des observations spatialement et temporellement. Ainsi la fréquence des travaux sur les réseaux est souvent multi-annuelle.
- des initiatives de recherches fondamentales visant à comprendre et quantifier les processus au travers desquels les activités humaines causent les changements écosystémiques observés. Ces recherches sur les processus sont le plus souvent le fait de programmes de type universitaire. Elles sont souvent dissociées des réseaux et ne répondent pas directement et simplement à l'attente des gestionnaires.

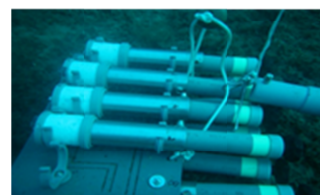
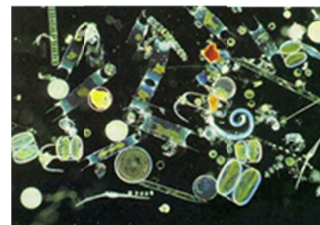
Ainsi, il s'est dégagé la nécessité de créer des sites ateliers, de référence, sur lesquels se déploient à la fois :

- des travaux d'observations de l'état et de l'évolution des écosystèmes marins avec des mesures à haute fréquence sur tous les compartiments écosystémiques du site;
- des recherches fondamentales directement associées, multidisciplinaires, sur les processus, le fonctionnement et les interactions de ces mêmes compartiments en relation avec les pressions locales et globales qui s'exercent sur le site.

Pour être efficace, un site atelier doit réunir les qualités suivantes :

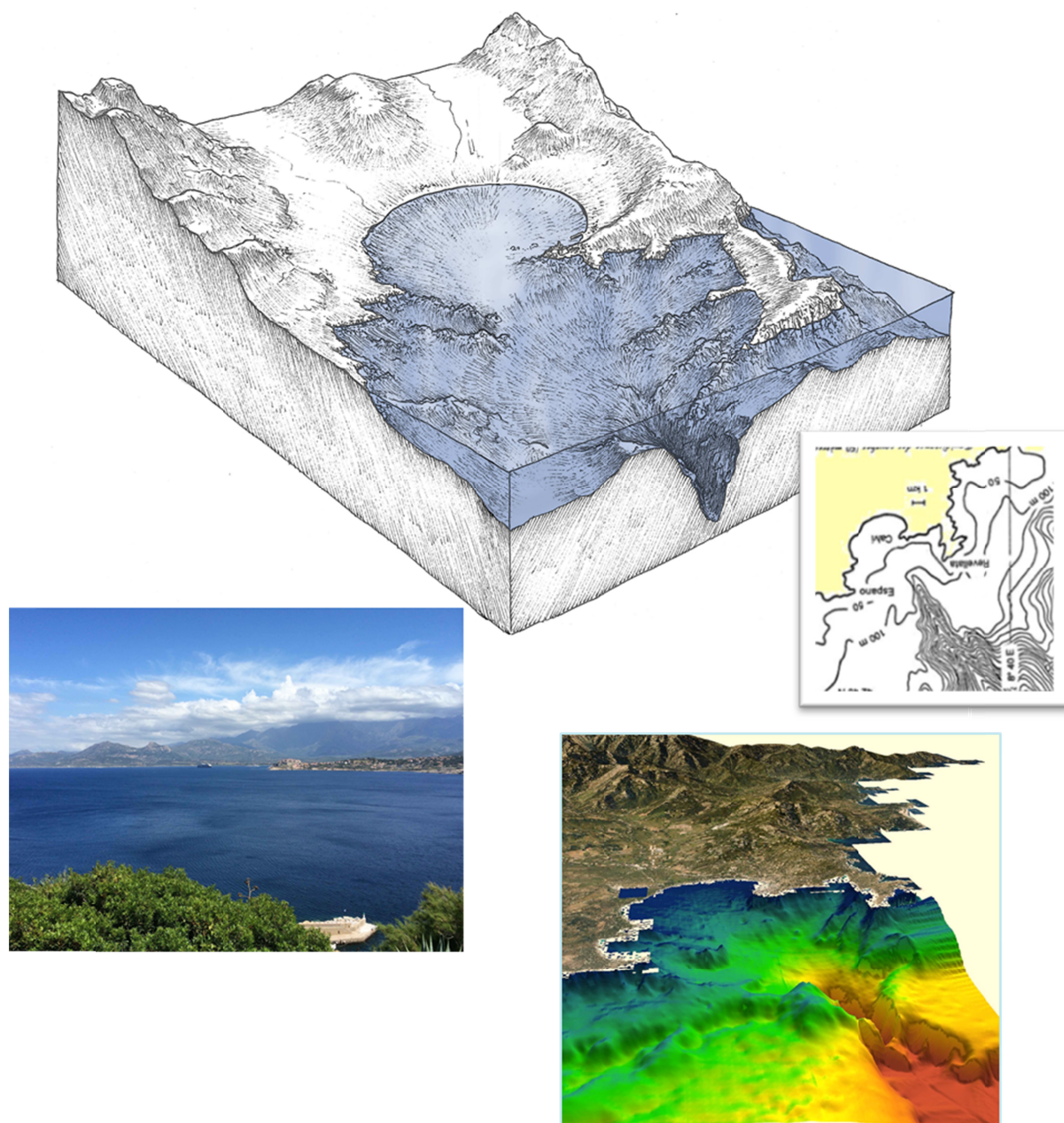
- (i) un site regroupant l'ensemble de écosystèmes de la masse d'eau, de la mer ou de l'océan qu'il représente ;
- (ii) un site de référence, encore en bon état de conservation ;
- (iii) la proximité d'un observatoire marin scientifique afin d'assurer une présence scientifique diversifiée et les observations à haute fréquence ;
- (iv) des données historiques permettant d'avoir la perspective du long terme.

STARECAPMED est le premier site atelier fonctionnel de la Méditerranée française, reconnu en 2015 (à l'initiative de l'Agence de l'Eau RMC) par la DCSMM (Directive Cadre Stratégique sur le Milieu Marin de l'UE) au travers du Plan d'Action pour La Mer Méditerranée (PAMM).



BAIE DE CALVI : un site typique, de référence

La baie de Calvi est une baie méditerranéenne typique, qui se prolonge vers le large par un canyon sous-marin qui la connecte avec les grands fonds de plusieurs milliers de mètres. Les fonds côtiers et les grandes colonnes d'eau du large cohabitent et permettent des travaux scientifiques depuis le littoral jusqu'à des masses d'eaux de type océanique (dessin : A. Freytet).

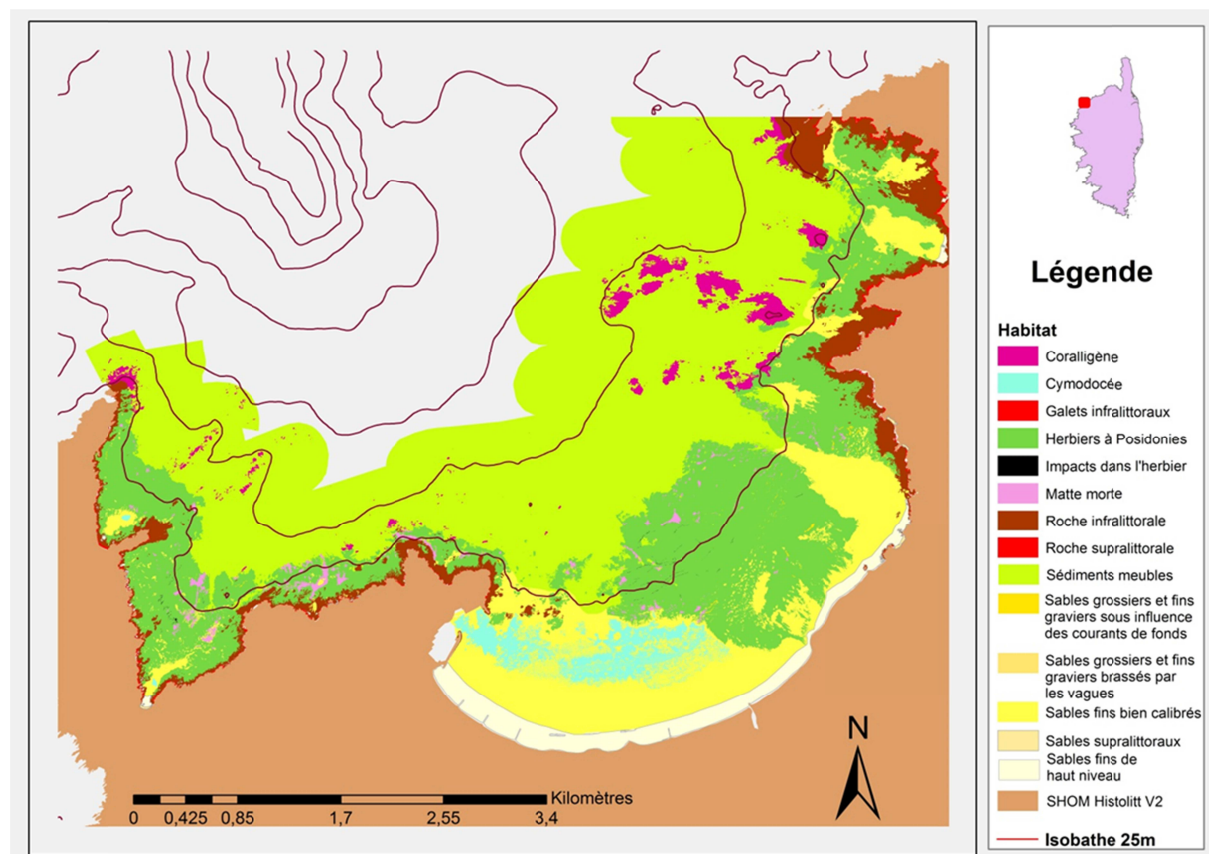
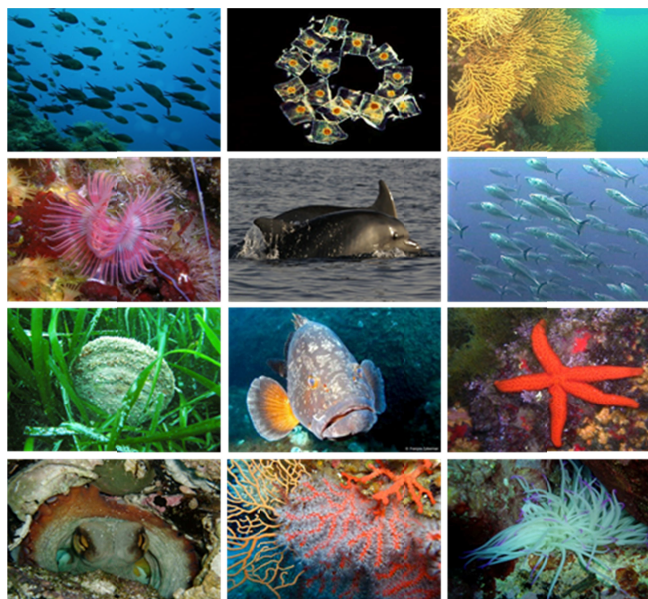


STARECAPMED valide le caractère de site de référence pour la baie de Calvi.

BAIE DE CALVI : toute la biodiversité de la Méditerranée

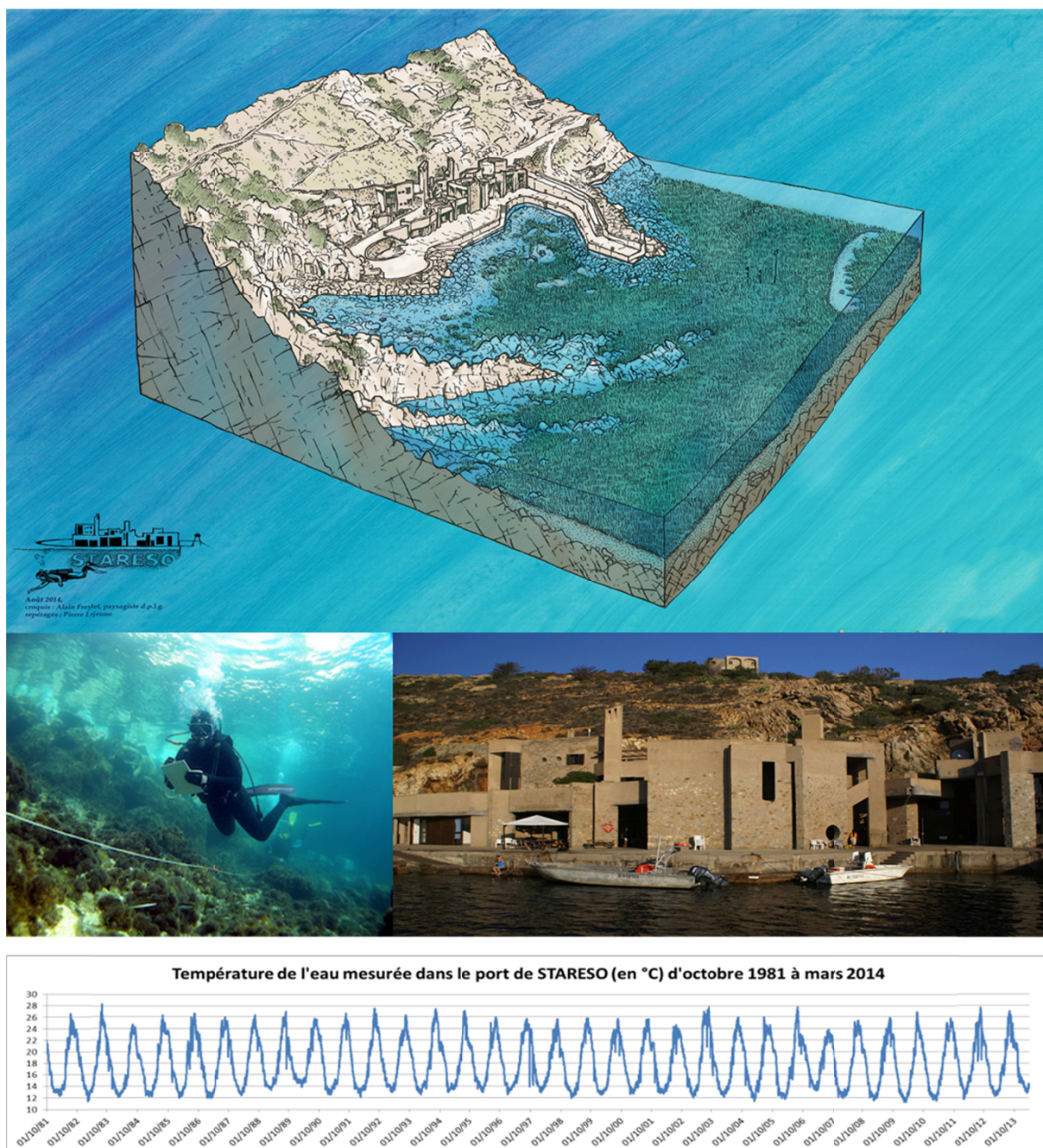
La baie de Calvi regroupe tous les écosystèmes et milieux typiques de la Méditerranée avec :

- la colonne d'eau du large, profonde, et les eaux plus côtières ;
- les récifs rocheux côtiers, avec la ceinture à algues photophylles proche de la surface et les formations coralligènes plus profondes ;
- les milieux sédimentaires, depuis le détritique côtier jusqu'aux vases de milieux profonds ;
- les grands herbiers de posidonies ;
- etc.



STARECAPMED permet d'étudier tous les compartiments méditerranéens typiques des milieux côtiers et du large.

BAIE DE CALVI: STARESO, des travaux scientifiques multidisciplinaires depuis 1970



STARECAPMED vise à mettre les travaux scientifiques sur la perspective du long terme en réactualisant la masse de données anciennes acquises sur le site.

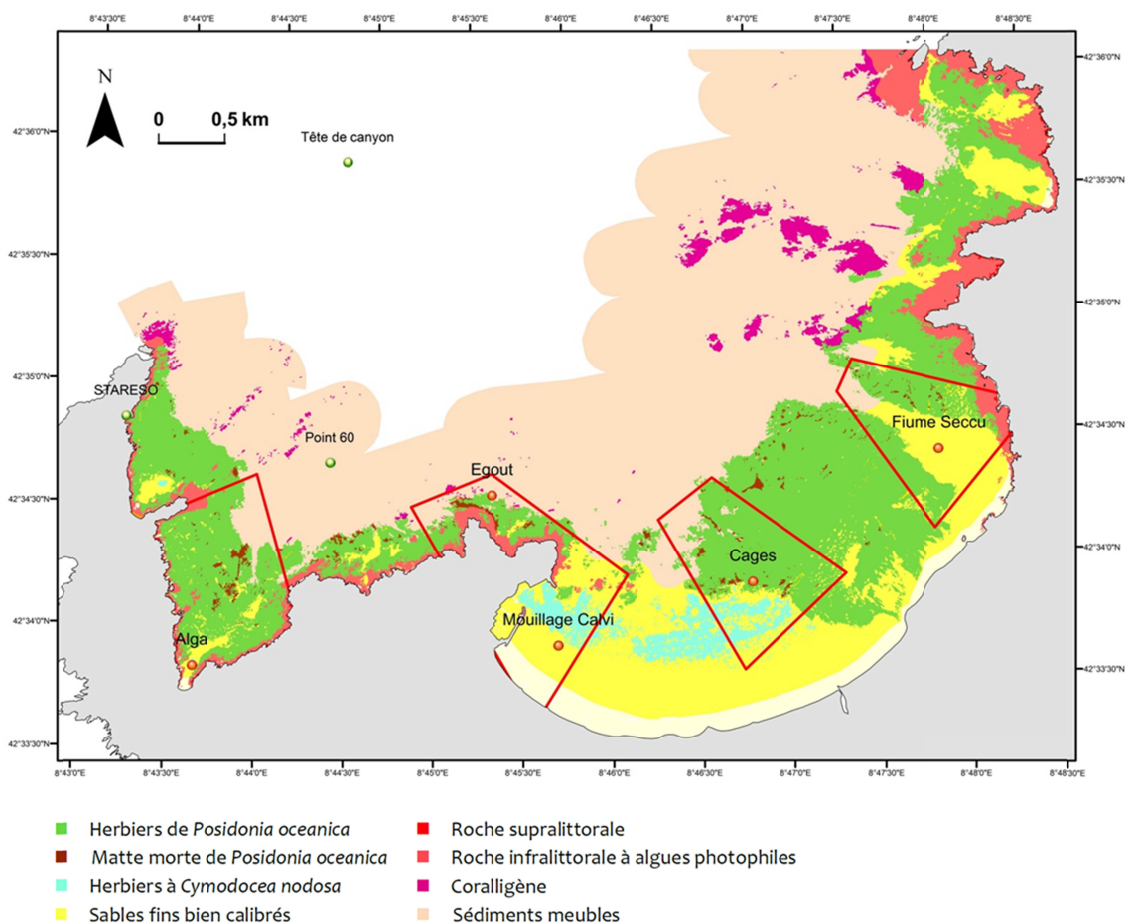
BAIE DE CALVI : très préservée, bien que soumise à des pressions modérées mais croissantes

La baie de Calvi est soumise à la fois aux pressions globales liées aux évolutions du climat et aux pressions locales liées au développement des activités humaines.

Outre l'effet diffus du changement climatique global, le programme STARECAPMED distingue dans la baie de Calvi toutes les pressions typiques qui s'exercent en Méditerranée :

- le développement de la population, notamment touristique, qui a un impact sur les rejets domestiques via une station d'épuration et un émissaire en mer ;
- le développement des activités autour du bassin versant, dont la viticulture, qui, via les cours d'eau et les eaux de ruissellement, impacte la baie ;
- le développement des activités touristiques en mer avec un accroissement important de la plaisance, de la croisière et des activités portuaires ;
- des activités d'aquaculture, de pêche professionnelle et plaisancière, de plongée, de chasse sous-marine, etc.

Ainsi, 4 zones de pressions majeures (polygones rouges), rassemblant 5 points de pression spécifique (points rouges), sont définies dans le projet STARECAPMED. Les 5 points de pression suivis sont comparés à des points de référence (points verts) situés dans - STARESO, Point 60 - et en dehors - Tête de canyon - de la baie de Calvi.

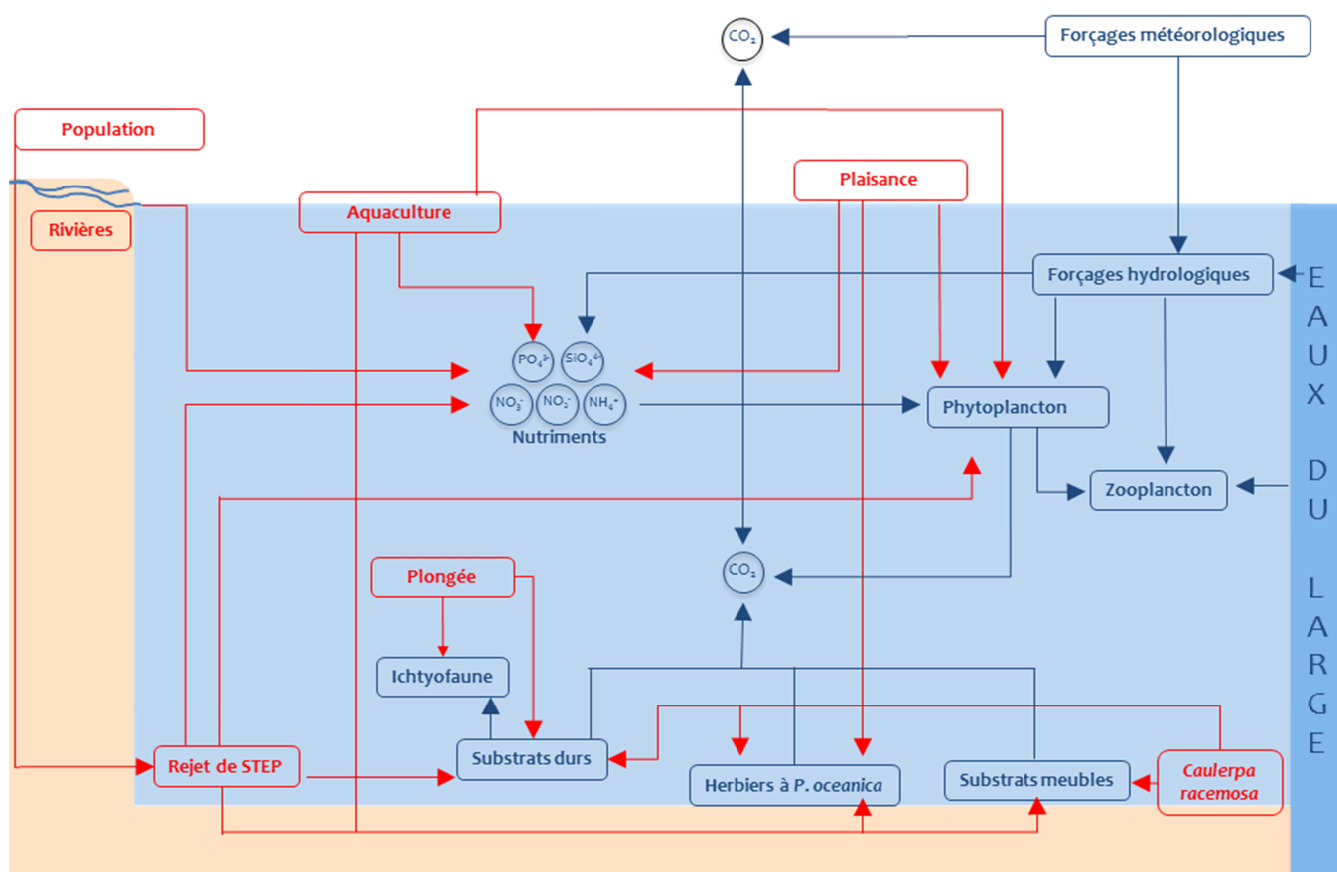


STARECAPMED vise à comprendre la manière dont l'activité humaine peut interagir avec les processus fondamentaux gouvernant le fonctionnement des différents écosystèmes côtiers présents en baie de Calvi.

BAIE DE CALVI : Comprendre les processus

STARECAPMED étudie les principaux processus en jeu sur le site :

- différents compartiments sont étudiés (cadres bleus),
- des processus naturels les interconnectent (flèches bleues),
- des pressions anthropiques interfèrent (cadres rouges),
- des processus dus aux pressions humaines interagissent (flèches rouges).



STARECAPMED permet de mettre en corrélation, sur le long terme, l'état des écosystèmes avec les processus naturels et artificiels, locaux et globaux, en jeu sur le site de référence.

AVERTISSEMENT

Le présent rapport ne peut pas, à lui seul, refléter toute la richesse du programme STARECAPMED.

En 3 ans, STARECAPMED a généré plusieurs centaines de milliers de données nouvelles, ré-exploité plusieurs centaines de publications, rapports et autres enregistrements passés et présents. Le programme a aussi généré de nombreux documents, rapports et mémoires. Enfin, des publications internationales et des thèses de doctorat sont en cours de réalisation ou abouties.

Afin de rester lisible, nous avons donc choisi de présenter ce rapport 2014 sous la forme de 12 exemples parmi les travaux en cours. Ces exemples sont traités selon un schéma identique en 4 points simples :

- (i) La présentation du cas d'étude dans le projet global ;
- (ii) Les approches innovatrices développées ;
- (iii) La présentation de résultats marquants ;
- (iv) Les livrables de STARECAPMED pour les politiques publiques.

Afin de permettre au lecteur d'appréhender par ailleurs toute la richesse du programme, le présent rapport est accompagné d'un support informatique sur lequel on retrouvera : bibliographies présentes et anciennes, copies de nombreux documents, rapports et publications, présentations power point, images, etc.





PHYTOPLANKTON

Anne GOFFART, Amandine COLLIGNON,
Jean-Henri HECQ et Pierre LEJEUNE

► Le phytoplancton, constitué d'algues microscopiques, est à la base de la chaîne alimentaire marine : en présence de lumière, il élabore sa matière vivante en prélevant dans l'eau le CO₂ et les sels nutritifs indispensables à sa croissance. L'augmentation constante des pressions qui s'exercent sur les zones littorales menace, entre autres, (i) d'entraîner de profondes modifications des communautés phytoplanctoniques et (ii) d'affecter la qualité des eaux côtières et les caractéristiques de la nourriture disponible pour les niveaux trophiques supérieurs, dont les espèces à haute valeur commerciale.

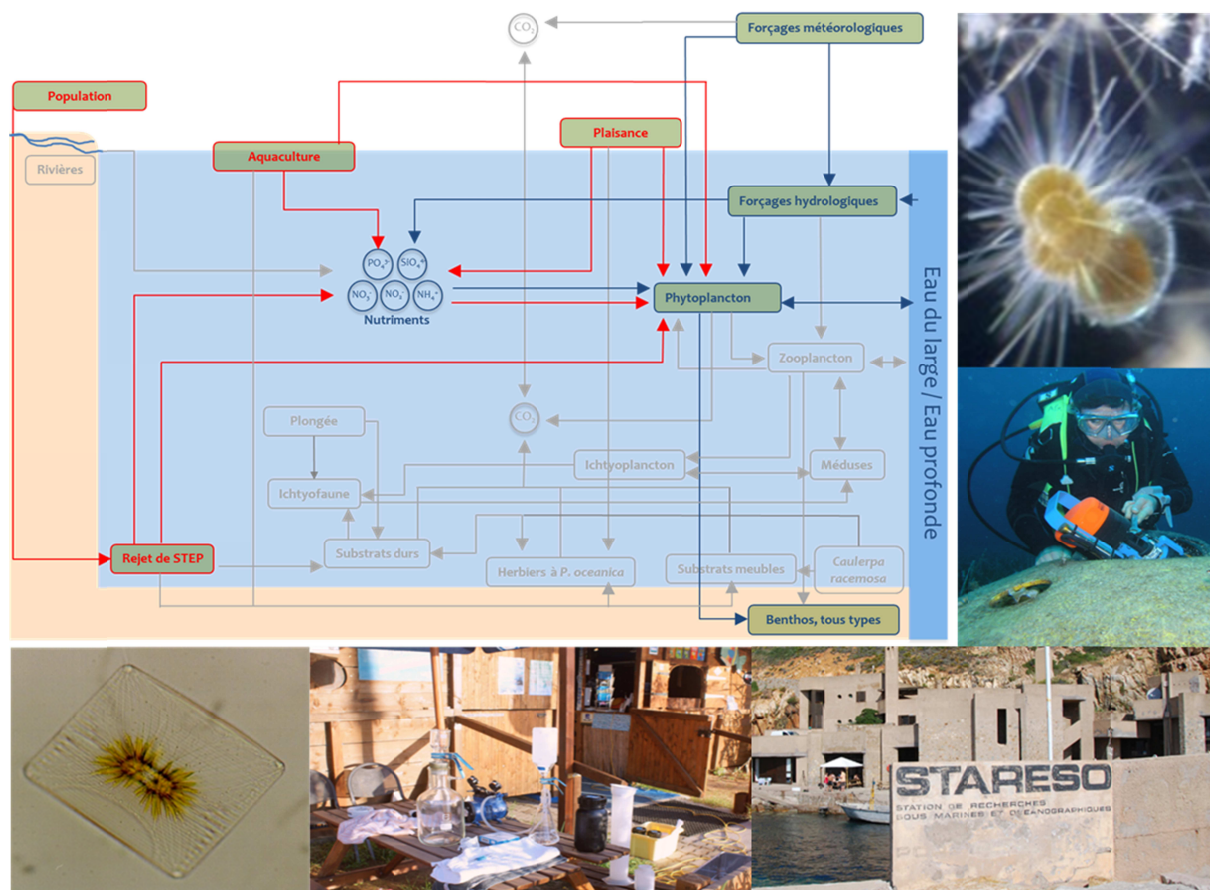
► Les travaux menés dans l'axe phytoplancton du projet STARECAPMED ont conforté la notion de « baie de Calvi, zone de référence » pour l'étude de l'impact des variations climatiques et des pressions anthropiques locales. En particulier, ils ont permis de :

- (i) caractériser et d'expliquer la variabilité interannuelle des communautés phytoplanctoniques ;
- (ii) quantifier l'impact de l'activité humaine sur l'abondance et la diversité des communautés phytoplanctoniques de la baie ;
- (iii) corréler les modifications observées au sein du phytoplancton avec les forces de pression et/ou les pressions qui s'exercent sur la zone littorale ;
- (iv) mettre en place une stratégie opérationnelle et valider un indice d'abondance et de composition phytoplanctonique adapté aux spécificités des eaux côtières corses.



PHYTOPLANKTON

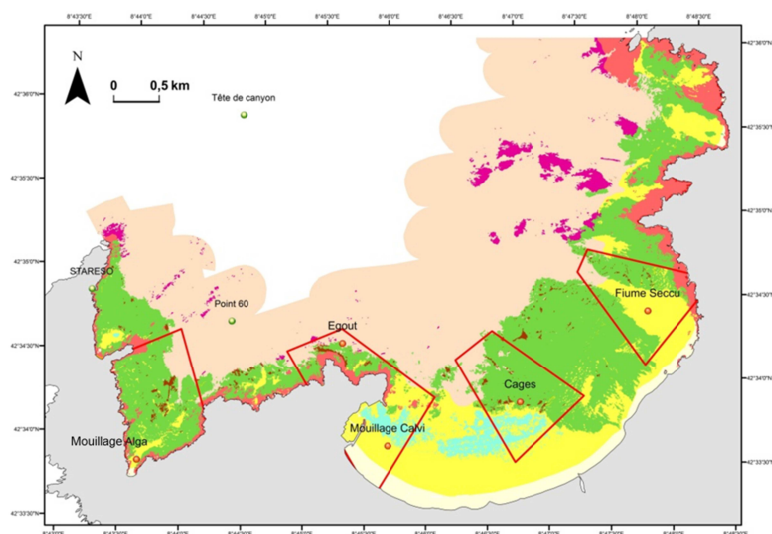
► Le phytoplancton dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels (bleu) ainsi que les facteurs anthropiques susceptibles de les influencer (rouge), étudiés dans le cadre plus spécifique du volet phytoplancton.

► Le phytoplancton réagit en quelques jours aux variations du milieu. (i) Si les conditions du milieu sont favorables, une cellule phytoplanctonique se divise 2 à 3 fois par jour, ce qui conduit à une augmentation de la biomasse ; quand les conditions environnementales deviennent défavorables, la plupart des espèces entrent en

dormance. (ii) Les besoins en sels nutritifs (azote, phosphore, silice, fer) des différentes classes d'algues varient. Une modification des rapports entre ces éléments nutritifs dissous dans l'eau, consécutive à des rejets anthropiques, est susceptible d'entraîner un changement de la composition du phytoplancton.



► Le projet STARECAPMED vise à comprendre comment le phytoplancton de la baie de Calvi répond : (i) aux variations de type climatique, qui agissent à une échelle globale ; (ii) aux forces de pression liées aux activités anthropiques locales qui s'exercent de manière saisonnière sur certaines zones de la baie (ex. zones de mouillage, aquaculture).

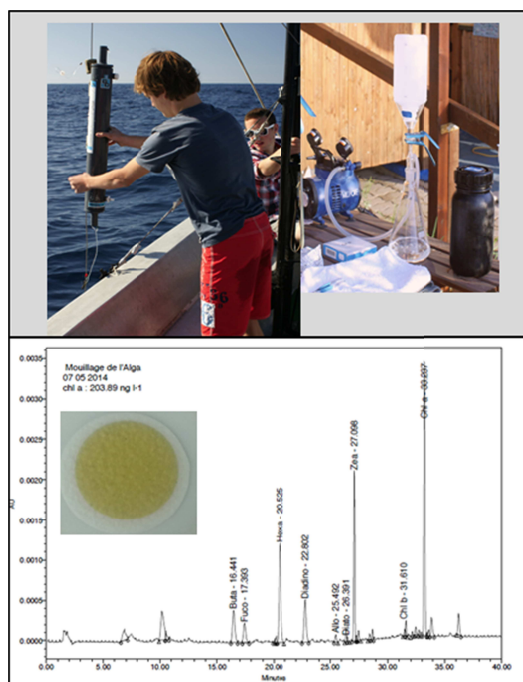
◀ Carte de la baie de Calvi montrant les principaux points de référence (en vert) et points de pression (en rouge).

► Des outils innovants de STARECAPMED

► Une méthode rapide et performante d'analyse du phytoplancton :

- A chaque point étudié, un litre d'eau de mer est prélevé à la bouteille Niskin, puis filtré sur une membrane qui retient le phytoplancton.
- Les différents pigments, en particulier les chlorophylles et les caroténoïdes, sont séparés et quantifiés par HPLC.
- La mesure de la chl *a* totale (Tchl *a* = chlorophylle *a* + divinyl chlorophylle *a*) permet de déterminer la biomasse phytoplanctonique totale. La mesure des caroténoïdes, qui varient d'un groupe phytoplanctonique à l'autre, permet de caractériser la composition du phytoplancton.
- La rapidité des mesures (40 minutes pour une analyse pigmentaire complète) permet de traiter de grandes séries d'échantillons dans des délais rapprochés.

► Séquence de prélèvement et d'analyse du phytoplancton et exemple de composition pigmentaire d'un échantillon du mouillage de l'Alga (mesures HPLC). 1 pic du graphique = 1 pigment.



► Les travaux menés dans le cadre de l'axe phytoplancton du projet STARECAPMED ont permis :

(i) de mettre en place une stratégie opérationnelle pour le suivi des communautés phytoplanctoniques de la baie de Calvi ;

(ii) de valider un indice d'abondance et de composition phytoplanctonique adapté aux spécificités des eaux côtières corses, l'indice $I_{C\text{Medit}}$.



L'indice $I_{C\text{Medit}}$ utilise la signature pigmentaire du phytoplancton mesurée par HPLC comme méthode de détermination rapide de la composition floristique. Il décrit la succession saisonnière de 5 groupes phytoplanctoniques clés dans les conditions de référence et intègre la variabilité interannuelle des communautés.

L'indice $I_{C\text{Medit}}$ permet :

(i) d'évaluer les écarts aux références observés dans des sites soumis à l'activité anthropique ;
(iii) de mesurer la fréquence et l'intensité des dépassements : des dépassements nombreux traduisent une composition floristique altérée ;

(ii) d'établir des relations entre l'intensité des pressions anthropiques et les concentrations en pigments ;
(iv) de fournir aux gestionnaires (collectivités, administrations, etc.) des orientations de gestion basées sur l'interprétation des résultats.

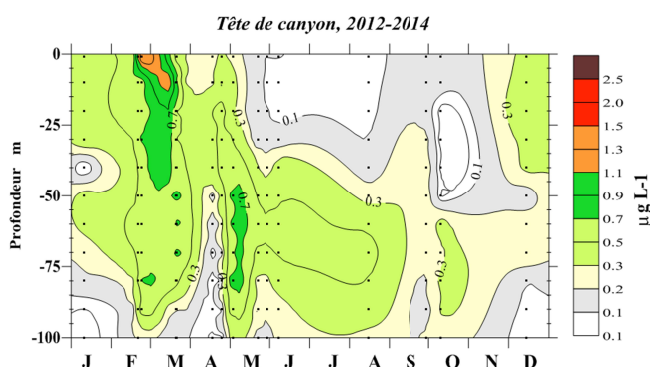
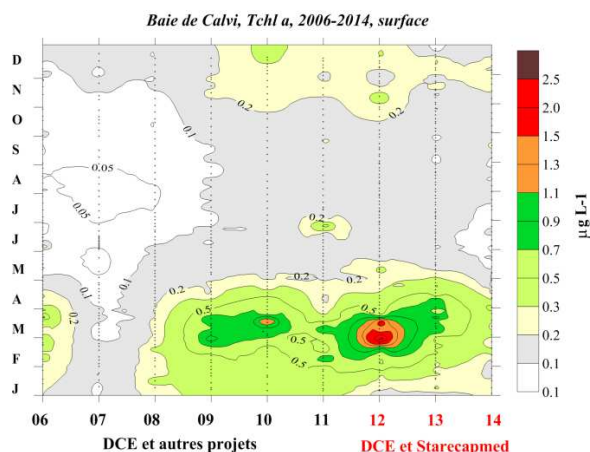
► Des résultats STARECAPMED marquants

► Points de référence - Le phytoplancton est très sensible aux variations de type climatique. En surface, la biomasse produite en hiver et au printemps est faible durant les hivers doux et élevée durant les hivers froids et venteux.

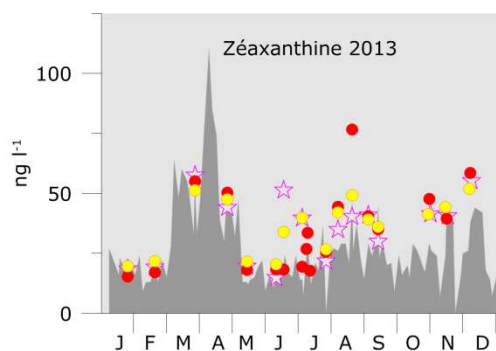
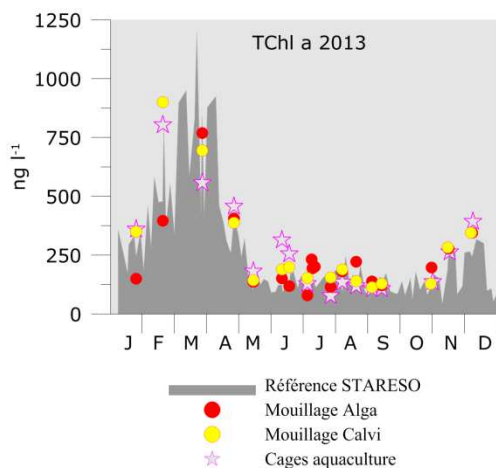
► *Distribution de la biomasse phytoplanctonique (Tchl a = chl a + Divinyl chl a) à la station de référence STARESO entre 2006 et 2014. Données de surface.*

► De fin avril à fin octobre, la colonne d'eau comprise entre 0 et 40 m de profondeur est épuisée en phytoplancton. Par contre, là où la profondeur est supérieure à 40 m, un maximum profond de chlorophylle (Deep Chlorophyll Maximum : DCM) se développe en été. Il s'enfonce progressivement dans la colonne d'eau et atteint 90 m en octobre.

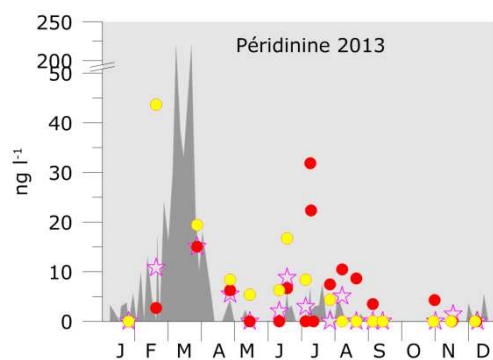
► *Distribution verticale de la biomasse phytoplanctonique (Tchl a = chl a + Divinyl chl a) à la station de référence Tête de canyon entre 2012 et 2014.*



Le DCM est situé nettement sous la thermocline, là où des sels nutritifs sont encore présents. Il constitue ainsi, 6 mois par an, l'unique source de phytoplancton disponible pour les consommateurs.



► Points de pression - Entre janvier et mai, la biomasse et la composition phytoplanctonique mesurées au niveau des points de pression sont proches des mesures du point de référence STARESO. En période estivale, des écarts à la référence traduisent une dégradation des communautés en réponse aux forces de pression. Ils sont modérés pour la biomasse totale, et parfois marqués pour la composition. Les groupes les plus impactés sont les cyanobactéries et les dinoflagellés, identifiés respectivement par leurs pigments traceurs, la zéaxanthine et la péridinine.

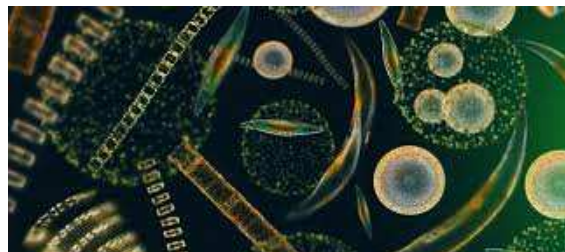


▲ *Evolution temporelle de la biomasse phytoplanctonique totale, de la zéaxanthine, pigment traceur des cyanobactéries, et de la péridinine, pigment traceur des dinoflagellés, au point de référence STARESO, aux mouillages de l'Alga et de Calvi et à hauteur des cages d'aquaculture.*

► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

► Les travaux menés dans l'axe phytoplancton du projet STARECAPMED ont conforté la notion de « baie de Calvi, zone de référence ».

► Ces travaux montrent que l'impact des variations climatiques et de la topographie sur la quantité et la qualité de la nourriture disponible pour les niveaux trophiques supérieurs, dont les espèces à haute valeur commerciale, est très marqué. Ces informations peuvent améliorer la compréhension de la situation des stocks exploités et la gestion des pêches.



▲ La diversité du phytoplancton.



▲ Photo de la zone de mouillage de L'Alga.

► L'impact des forces de pression étudiées (ex. mouillage, impact urbain, aquaculture) se traduit par une tendance à l'augmentation de la biomasse phytoplanctonique totale et une altération de la composition phytoplanctonique pendant la période estivale. Aujourd'hui, les impacts sont modérés, mais une augmentation des forces de pression (augmentation de la fréquentation des mouillages, développement important de l'aquaculture) se traduirait, en autres, par une altération de la qualité de l'eau (ex. diminution de la transparence) et un risque accru de voir se développer des espèces toxiques pour les produits de l'aquaculture ou nuisibles pour l'homme (ex. *Dinophysis*, *Ostreopsis*, etc.).

► La politique de gestion du milieu marin passe par une compréhension approfondie des mécanismes qui contrôlent la dynamique du phytoplancton, à la base de la chaîne alimentaire, et par le suivi à long terme de ses variations.



▲ Instruments de mesures océanographiques (de gauche à droite : fluoroprobe, CTD, courantomètre) permettant de caractériser la biophysicochimie de la colonne d'eau.

► Les outils d'aide à la gestion développés en baie de Calvi sont transposables à l'ensemble des eaux côtières corses, moyennant un investissement réduit.





ZOOPLANKTON

ZOOPLANKTON

Amandine COLLIGNON, Jean-Henri HECQ,
Anne GOFFART et Pierre LEJEUNE

► Le zooplancton occupe une position clé dans l'écosystème marin. Il contrôle l'abondance du phytoplancton. Il régule le transfert alimentaire et des polluants vers les méduses et les jeunes poissons. Il intervient également dans l'exportation de matière organique vivante ou morte vers les couches profondes de la mer. La diversité de ces animaux reflète la complexité fonctionnelle et le niveau d'équilibre du milieu. Dans le cadre du projet STARECAPMED, le suivi temporel du zooplancton constitue un indicateur de la qualité de l'écosystème ainsi que des potentialités du recrutement halieutique en baie de Calvi.

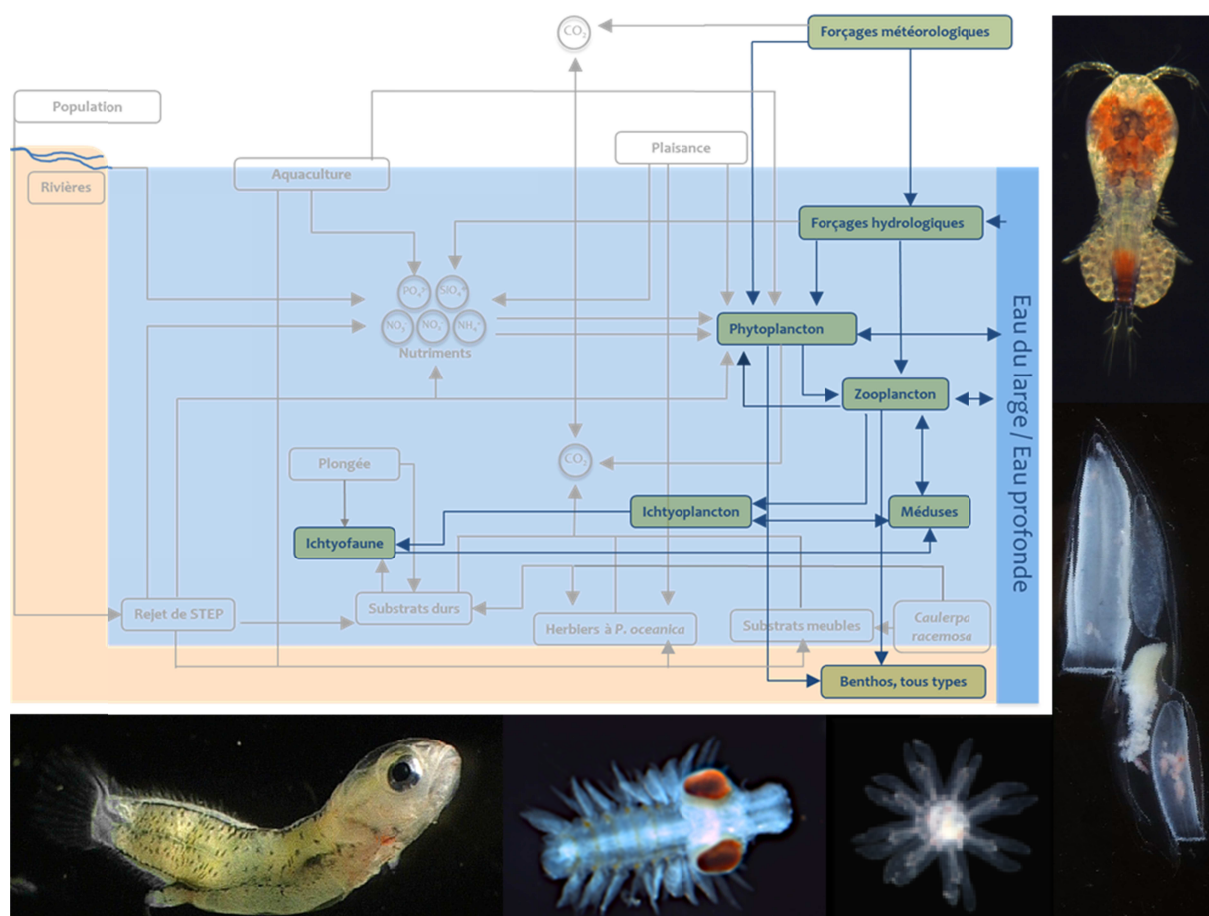
► Ce suivi porte en particulier sur les aspects suivants:

(i) le développement d'indices permettant d'estimer l'abondance et le niveau de variabilité du zooplancton en fonction des contraintes biotiques et abiotiques ;

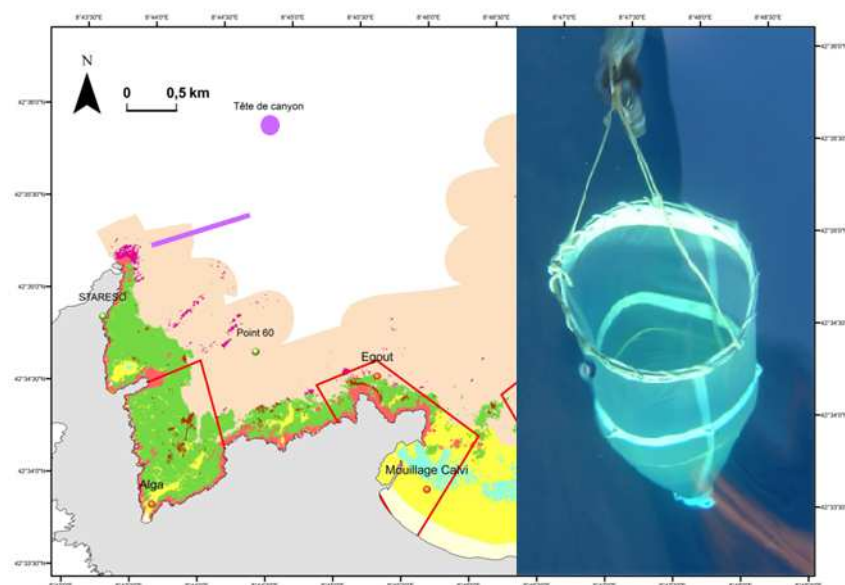
(ii) la composition des espèces zooplanctoniques a été approfondie de manière à en établir le niveau de biodiversité ;

(iii) le développement d'un indice prédictif d'apparition des méduses *Pelagia noctiluca* basé sur les anomalies de température et d'abondance du zooplancton.

► Le Zooplancton dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel situant la position du zooplancton dans l'écosystème de la baie de Calvi, reprenant les principaux processus naturels susceptibles de le contrôler (© J.-H. Hecq et A. Collignon).



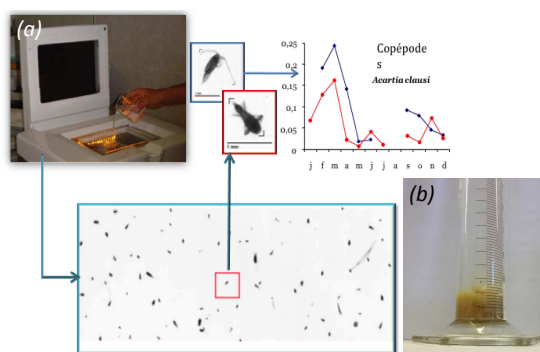
▲ Les échantillons de zooplancton sont réalisés à l'aide d'un filet WP2 de 200 µm de vide de maille (standardisé pour la mer Méditerranée) : (—) horizontalement sur un transect à la pointe de la Revellata à la limite de la Baie. (●) Verticalement sur une profondeur de 100 m en tête de canyon.

► L'analyse des échantillons hebdomadaires de zooplancton réalisés en baie de Calvi au départ de STARESO de 2003 à 2014 permet d'étudier la variabilité saisonnière et interannuelle de ces organismes ainsi que leur sensibilité aux variations des contraintes environnementales. Sur base du biovolume du zooplancton, comme indicateur de la biomasse, et sur base de son abondance et de sa diversité, des indicateurs de normalité des composants zooplanctoniques sont mis en place.

► Des outils innovants de STARECAPMED

► La mesure du biovolume et des abondances et l'estimation de la biomasse est un indice standard destiné à estimer la biomasse ; il est mesuré par sédimentation. Les abondances sont déterminées à la loupe binoculaire ou grâce à un système automatique de reconnaissance du zooplancton, le zooscan.

► (a) Procédure d'analyse automatique de reconnaissance optique du zooplancton par zooscan. (b) Cylindre gradué à sédimentation, mesure de biovolume.



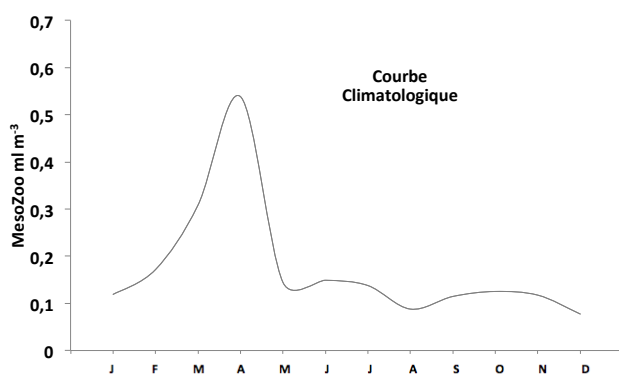
► Un Indice de diversité (H') constitué par un inventaire des espèces zooplanctoniques a été réalisé et a fait l'objet d'un atlas (demande de l'Agence de l'Eau RMC) décrivant leurs caractéristiques. L'indice de diversité décrit la richesse en espèces et permet d'en décrire ses variations.

$$[H' = \sum ((n_i/N) * \log(n_i/N))]$$

n_i étant le nombre d'espèces présentes et N l'abondance de chacune de ces espèces.

► L'abondance relative des larves de poisson est également un indice de recrutement.

► La courbe standard ou courbe climatologique de variabilité saisonnière du zooplancton :



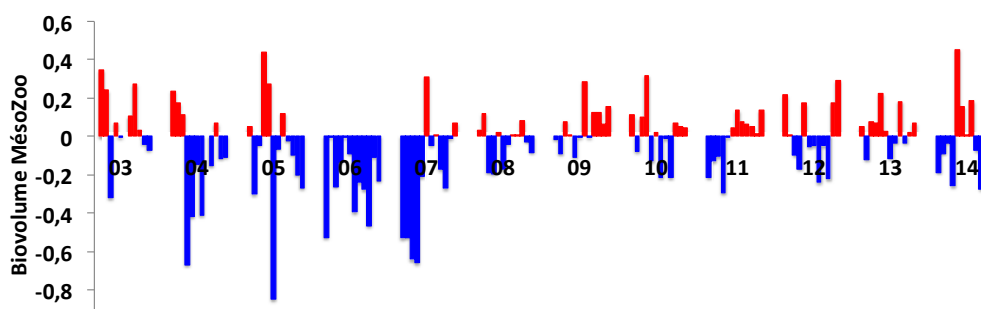
▲ Courbe climatologique du zooplancton.

La variation saisonnière est illustrée par la courbe saisonnière moyenne ou courbe climatologique établie sur base d'une série temporelle hebdomadaire de biomasses zooplanctoniques réalisée en baie de Calvi, de 2003 à 2013.

La comparaison des courbes annuelles avec cette courbe climatologique permet d'estimer leur niveau de variabilité et d'en étudier les tendances. Divers indices sont développés sur base de la différence de hauteur des courbes (ΔA) et du décalage temporel du maximum de zooplancton (ΔT).

► L'anomalie des abondances zooplanctoniques par rapport aux valeurs de référence :

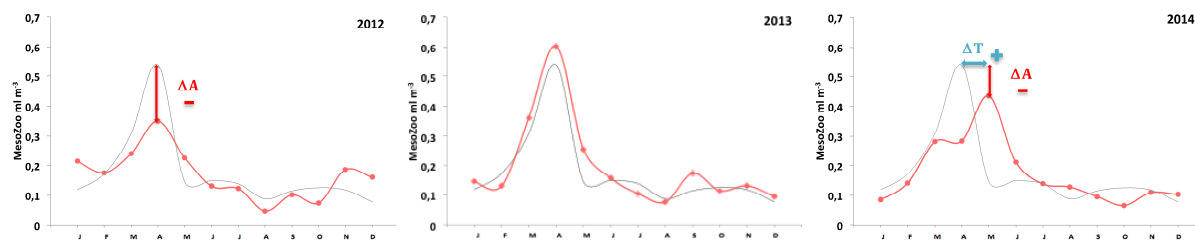
On peut ainsi, pour chaque saison, calculer l'anomalie par rapport à cette courbe. L'anomalie d'une variable $Z'(t)$ est la différence entre la valeur de cette variable au temps t et sa moyenne sur la série.



▲ Anomalies mensuelles du biovolume de zooplancton.

► Des résultats STARECAPMED marquants

► Les indices de variabilité quantitative et de décalage temporel des poussées zooplanctoniques :



▲ Variation saisonnière du biovolume de mésozooplancton (—•—) au cours de différentes années en relation avec la courbe climatologique (—).

◀ Quelques espèces caractéristiques du zooplancton de la baie de Calvi. (a) *Atlantia peroni*; (b) Larve metazoe de Brachyure (crabe); (c) *Mikroconchoecia curta*; (d) Copepode Pontellidae; (e) *Cavolinia inflexa*; (f) Larve d'annélide polychète; (g) *Centropages typicus*; (h) *Phtysica marina*; (i) *Oikopleura longicauda*; (j) *Platyscelus ovoïdes*.

Le zooplancton est caractérisé par la variation de sa biomasse, son abondance et sa diversité au cours des saisons. A Calvi, sur la courbe climatologique un maximum s'observe en avril. Il correspond à la poussée printanière. Les valeurs sont minimales en août. Selon l'année, la courbe annuelle varie et s'écarte de la courbe standard (voir ci-dessus).

(i) En 2012, la tendance était similaire à la courbe standard, mais avec des valeurs nettement plus élevées en avril ($\Delta A > 0$).

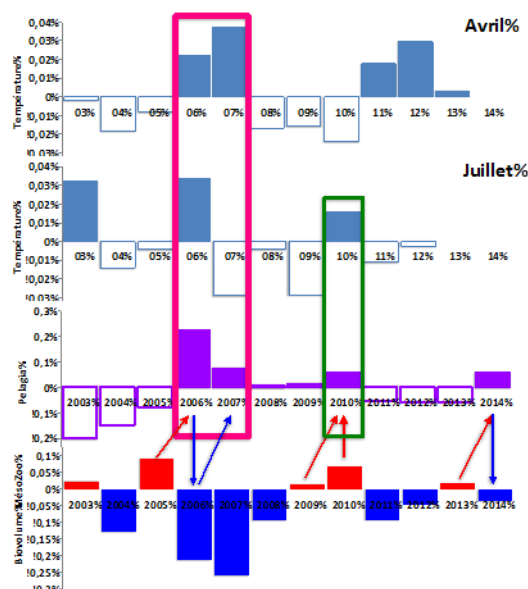
(ii) En 2013, les biovolumes suivent globalement la courbe standard globale : les trois pics de zooplancton ont été marqués et celui de juillet a été bien accentué.

(iii) En 2014, le pic de printemps est fort réduit, et c'est seulement en juin qu'une poussée s'est marquée avec un décalage temporel ($\Delta T > 0$).

► Les indices prédictifs d'apparition des méduses *Pelagia noctiluca* basés sur les anomalies :

En 2006-2007, en 2010 et en 2014 des invasions importantes de *Pelagia* ont été observées en baie de Calvi. Ces pullulations correspondent à des températures de surface supérieures à la moyenne. On peut émettre l'hypothèse que l'abondance exceptionnelle des proies en 2005 est une des causes de la prolifération de 2006. Réciproquement, les pullulations de *Pelagia* semblent avoir pour conséquence la diminution du zooplancton à la fin de l'été 2006 et le déclin des méduses durant l'été 2007. La même relation se reproduit en 2009 et 2014.

► Anomalie interannuelle de *Pelagia noctiluca* en relation avec l'anomalie de température (Avril, Juillet) et l'anomalie interannuelle du biovolume de mésozooplancton.



► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

► STARECAPMED a permis d'utiliser ou de créer des indices de variabilité de la biomasse et de la composition zooplanctonique spécifique. Associé aux autres mesures de STARECAPMED, ceux-ci permettent d'analyser les variations du zooplancton en fonction des changements environnementaux de court et long terme.

Le zooplancton constituant un maillon clé dans la chaîne alimentaire pélagique, il est important que les gestionnaires intègrent les variations de ce compartiment et leur causalité dans l'élaboration des politiques environnementales.



▲ (a) Organismes zooplanctoniques. (b) Subset de la collection d'échantillons issus de la série temporelle de zooplancton prélevés en baie de Calvi (© J.-H. Hecq et A. Collignon).

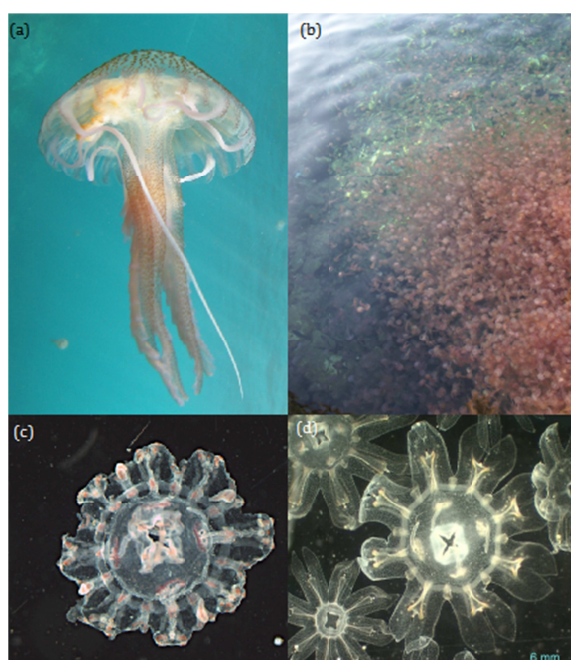


▲ Exemple d'organismes ichthyoplanctoniques retrouvés dans le zooplancton de la baie de Calvi (© J.-H. Hecq et A. Collignon).

► Les méduses sont des organismes planctoniques gélatineux carnivores et sont des prédateurs clés des écosystèmes marins. Il est important de comprendre leurs causes de variabilité et leurs pullulations parce qu'elles représenteront dans l'avenir un réel problème pour les écosystèmes marins côtiers.

L'utilisation d'outils tels que les anomalies de température et d'abondance du zooplancton permet de développer un indice prédictif d'apparition des méduses (i.e. des anomalies positives de température et d'abondance zooplanctonique sont des indices prédictifs de prolifération massive de *Pelagia noctiluca*).

► (a) *Pelagia noctiluca* adulte. (b) Pullulation de *Pelagia noctiluca* dans le port de STARESO (mai 2006). (c-d) Ephyrae de *Pelagia noctiluca* (© ULg Plancton).







SUBSTRATS DURS

SUIVI DES SUBSTRATS DURS

Corinne PELAPRAT et Sylvie GOBERT

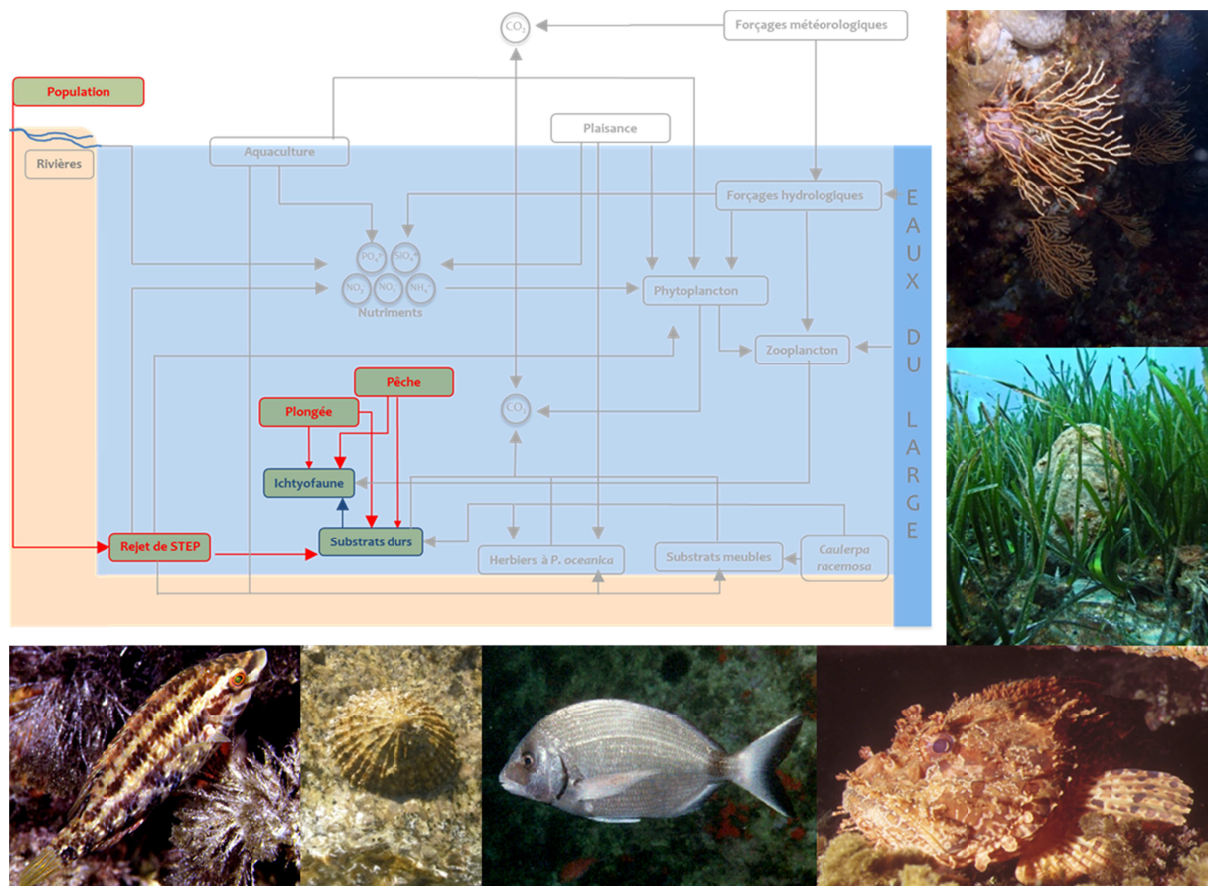
► La distribution des biocénoses benthiques des substrats durs est principalement orientée par les paramètres abiotiques dont les variations sont naturelles (cycle annuel ou interannuel), d'origines anthropiques, ou influencées par des changements plus globaux (réchauffement climatique).

Des phénomènes comme les blooms d'algues filamenteuses ou les mortalités massives d'invertébrés (gorgones, éponges, etc.) peuvent être spectaculaires, mais l'évolution des écosystèmes benthiques de substrats durs se traduit aussi par des phénomènes plus diffus (modification des communautés de poissons, apparition d'espèces invasives, modification de la distribution verticale des communautés, etc.).

► Dans ce contexte, cet axe de travail regroupe plusieurs thématiques pour illustrer d'éventuelles variations de ce milieu très hétérogène :

- (i) suivi de l'attrait paysager par l'indice LIMA ;
- (ii) suivi des peuplements de poissons par l'indice FAST ;
- (iii) suivi des peuplements de macroalgues du médio- (indice CARLIT) et de l'infra-littoral ;
- (iv) suivi des peuplements de gorgones - en cours.

► Le suivi des substrats durs dans STARECAPMED

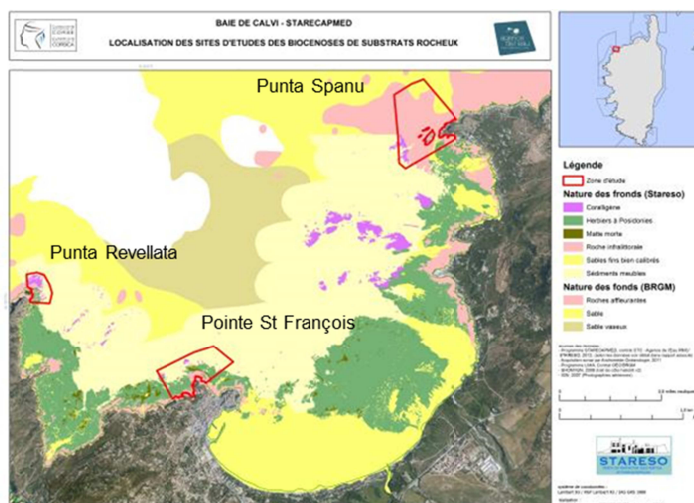


▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels (bleu) ainsi que les facteurs anthropiques susceptibles de les influencer (rouge), étudiés dans le cadre plus spécifique du volet substrats durs.

Cet axe de STARECAPMED est essentiellement localisé sur 3 sites de la baie de Calvi (figure ci-contre):

- la pointe de la Revellata ;
- la pointe de Spanu ;
- la pointe St François.

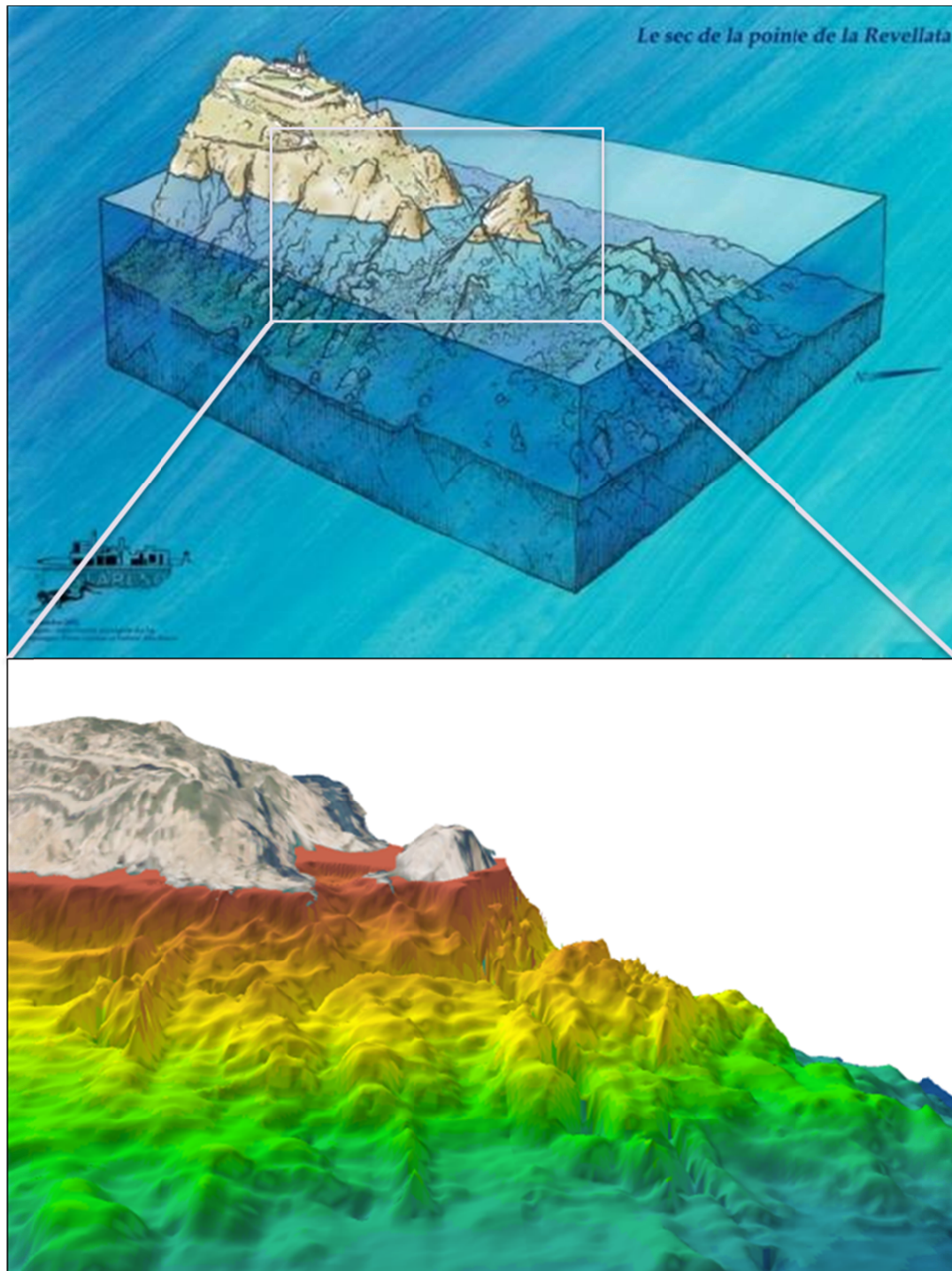
Le tableau ci-dessous reprend les impacts exercés sur chacun d'eux.



	Pêche (professionnelle / sportive)	Plongée sous- marine	Rejets urbains (enrichissement organique)	Zone portuaire (composés chimiques)	PRESSIONS
	Impact mécanique	Impact mécanique	Impact organique	Impact chimique	
Punta Revellata	+++	++	/	/	++ (impact mécanique)
Pointe Saint-François	-	+	+++	+	++ (impact physico-chimique)
Punta Spanu	+	-	/	/	/

► Des outils innovants de STARECAPMED

► La pointe de la Revellata a bénéficié d'une attention particulière pour représenter la topographie du site : réalisation d'un croquis par A. Freyet et représentation en 3D à partir d'acquisitions bathymétriques.



▲ Vue tridimensionnelle des fonds sous-marins de la pointe de la Revellata. En haut : croquis, A. Freyet ; en bas : représentation 3D à partir de points de sonde, STARESO.

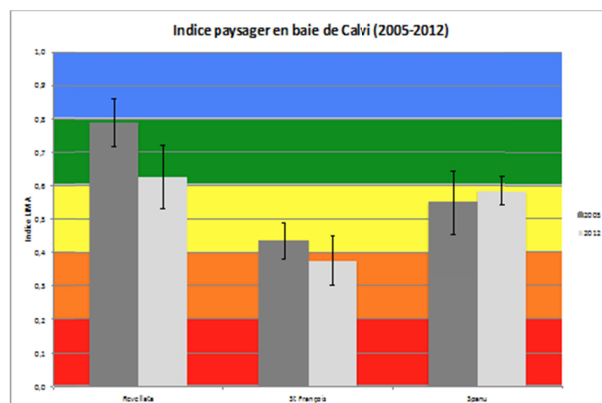
► Des résultats STARECAPMED marquants

► Indice LIMA

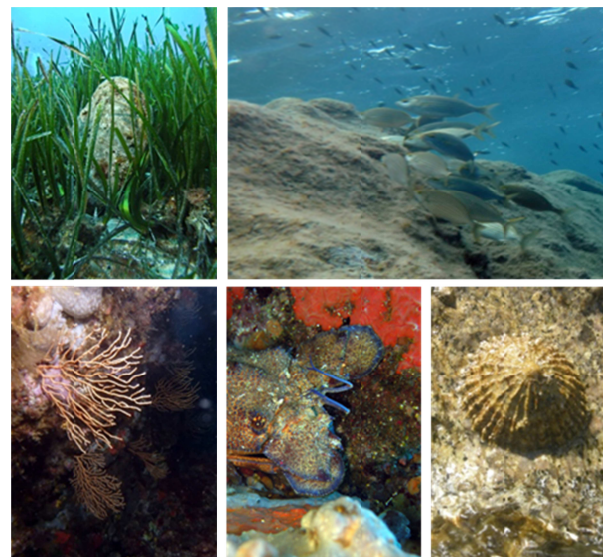
L'indice LIMA (Littoral MARin) initié par l'Agence de l'Eau/OEC et développé par STARESO correspond à une méthode simple, rapide et facilement reproductible pour évaluer l'attrait paysager et la richesse patrimoniale d'un site marin méditerranéen situé entre la surface et 40 m de profondeur. Il constitue un indicateur facilement applicable pour révéler le niveau et les variations de la biodiversité.

Son application sur les 3 sites mentionnés montre :

- des ordres de classements similaires en 2005 et en 2012 qui conforte le statut de la baie de Calvi comme site de référence, avec des maxima à la pointe de la Revellata et des minima à la pointe St François.
- une diminution de l'indice avec le temps à la pointe de la Revellata et à la pointe St François due à l'apparition de l'algue envahissante *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* et à la présence de « bloom » d'algues filamenteuses. Cette variation à relativement court terme montre la sensibilité de l'indice aux perturbations nouvelles.



▲ Résultats de l'indice LIMA calculé sur 3 sites rocheux de la baie de Calvi en 2005 et en 2012.



▲ Organismes et communautés inféodés aux substrats durs ▼

► Suivi des peuplements de poissons

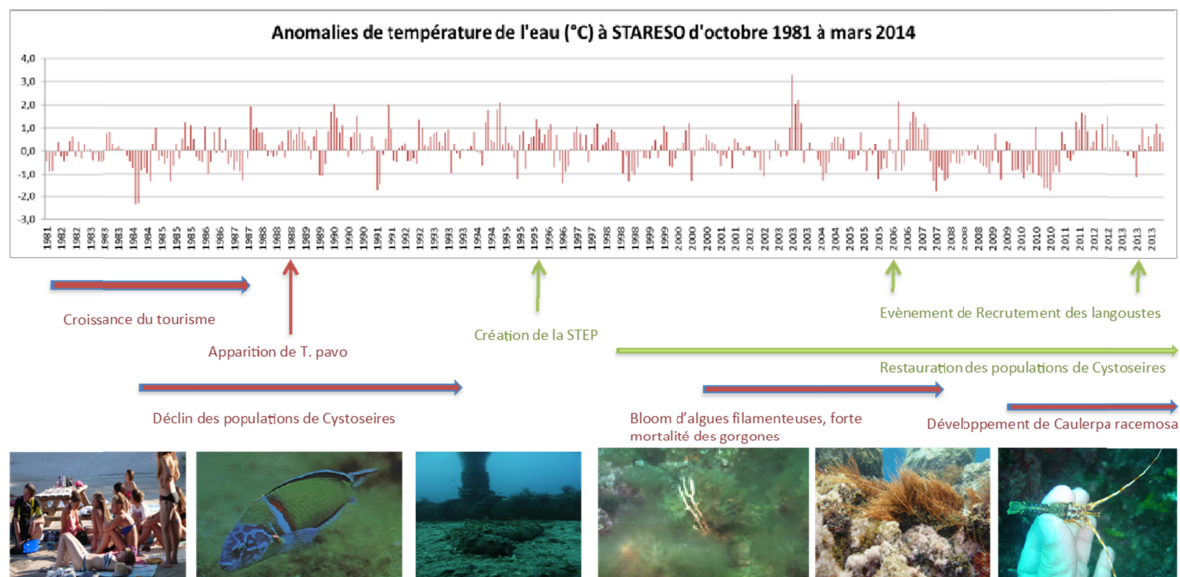
Le calcul de l'indice FAST sur les trois stations retenues a permis de révéler pour l'année 2012-2013 que :

- les pressions anthropiques s'exerçant sur le site de la pointe St François n'induisent pas de changements dans la diversité des assemblages de poissons (Fast IM : 31.1) ;
- la pointe de Spanu montre une richesse spécifique nettement plus faible (Fast IM : 21.6) ;
- par contre, la pointe de la Revellata, site très fréquenté, abrite une richesse importante (Fast IM : 36.6).



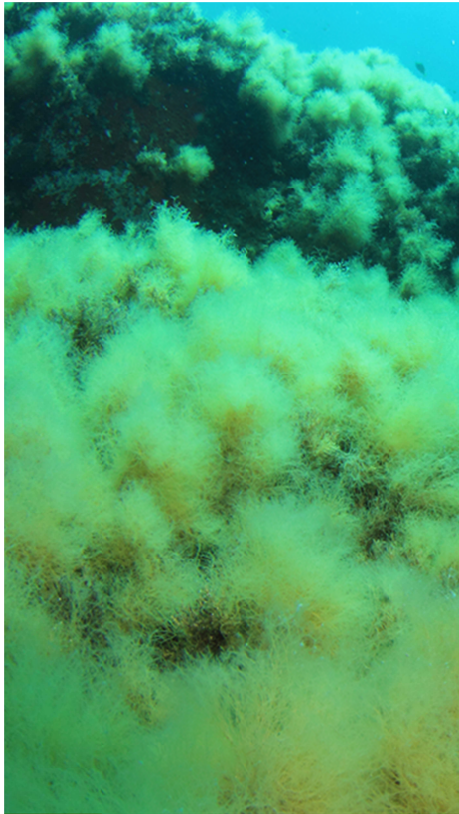
► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

- L'application des indicateurs de biodiversité des substrats durs en baie de Calvi et l'analyse des données anciennes prévue par le programme STARECAPMED conforte le statut de baie de référence et de site atelier pour la baie de Calvi.
- L'analyse des données acquises ou récupérées du passé permet de faire ressortir des variations de la biodiversité des substrats durs dans notre zone de référence.
- Les variations observées, mises en parallèle avec l'évolution des pressions locales et globales monitorées dans STARECAPMED, permettent d'informer les gestionnaires sur la situation, la pertinence et l'efficacité des politiques de gestion.



▲ Illustration sous la forme d'une ligne du temps de l'effet combiné des pressions anthropiques (tourisme, rejets d'émissaire) et de l'évolution des anomalies de température de l'eau sur les communautés d'organismes associées aux substrats durs.





MACROALGUES

ASSOCIATIONS DE MACROALGUES

Damien SIRJACOBS, Aurelia CHERY,
Pierre LEJEUNE et Sylvie GOBERT

► Les macroalgues ont un rôle important dans l'écosystème côtier par leur rôle d'abri pour divers animaux benthiques (nurseries) et par leur contribution à la production primaire. De plus, vivant fixées à la roche de la surface jusqu'à des profondeurs dépassant les 80 m, elles intègrent les variations de conditions environnementales subies au cours du temps et en témoignent sous forme de leur composition spécifique et état de développement.

L'analyse de ces communautés est un outil précieux pour comprendre certaines particularités locales du milieu naturel et détecter les changements naturels ou anthropiques qu'il pourrait subir. Le projet STARECAPMED prévoit un suivi de l'évolution des distributions, structures et dynamiques des populations de macroalgues en baie de Calvi.

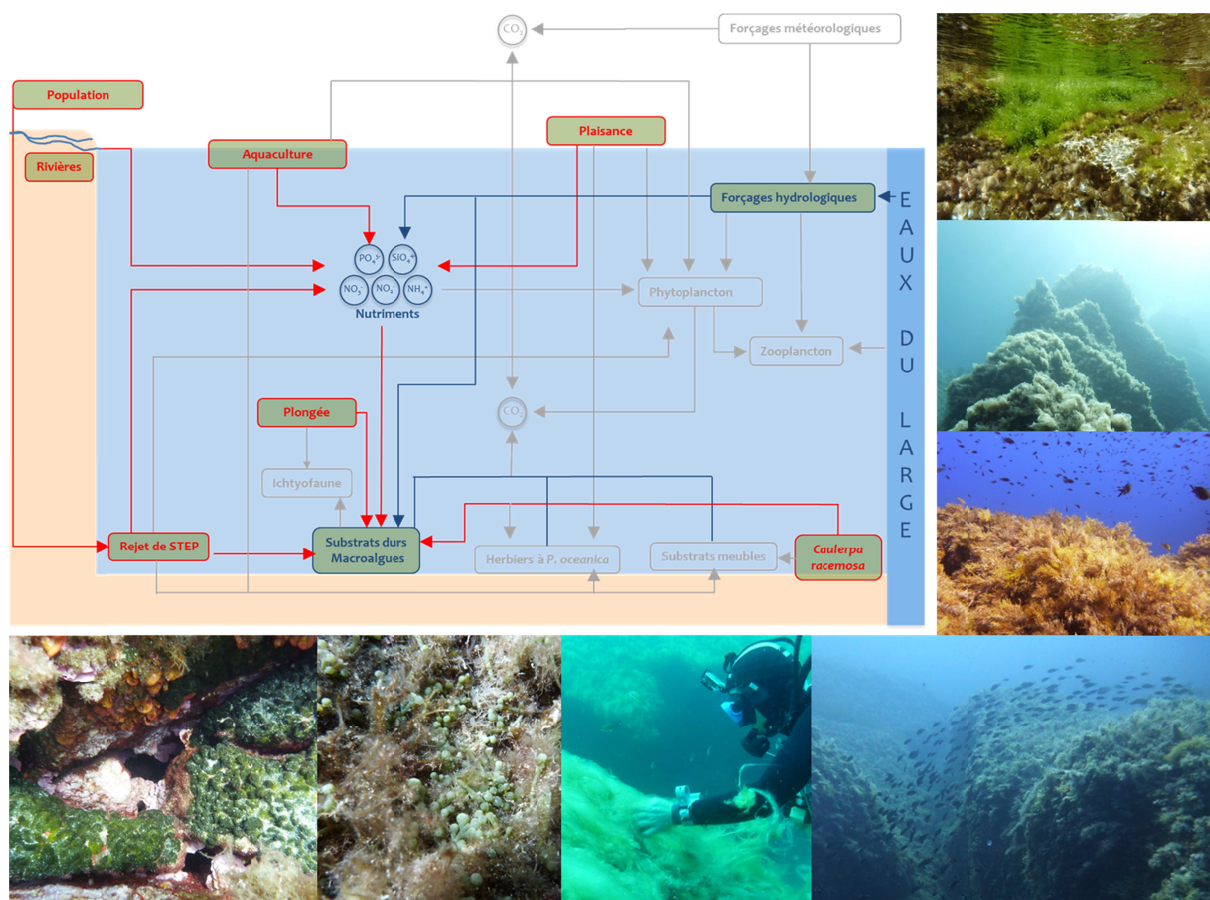
► Ce suivi s'articule principalement autour des distributions et compositions des communautés. Ainsi :

(i) un suivi du taux de couverture des espèces de sites particuliers permet de constituer un état des lieux servant de base pour un bilan de la biodiversité et l'analyse à long terme des pressions anthropiques et des dynamiques naturelles;

(ii) un indice d'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières basé sur les macroalgues (CARLIT) a été adapté et exploité à différentes échelles;

(iii) un modèle statistique de la distribution et composition des communautés est en cours de développement afin de synthétiser les observations recueillies et extrapoler diverses informations à l'ensemble de l'écosystème « substrats durs » de la baie, dont la surface des communautés principales.

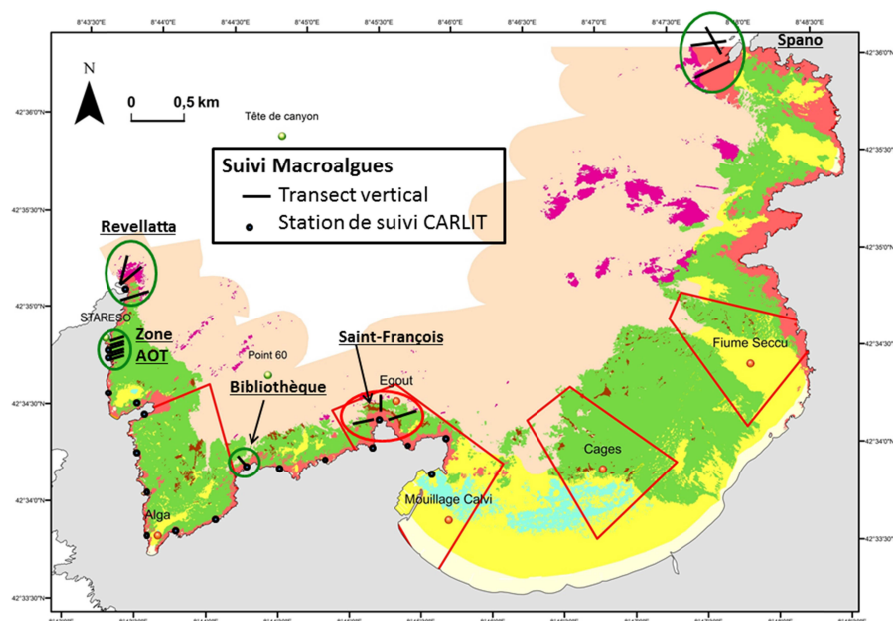
► Les associations de macroalgues dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels (bleu) ainsi que les facteurs anthropiques susceptibles de les influencer (rouge), étudiés dans le cadre plus spécifique du volet macroalgues.

► Le volet macroalgues s'intéresse à la composition spécifique, au taux de couverture, à l'état de développement et à la distribution des communautés de macroalgues sur les substrats

rocheux et leur analyse en regard des conditions environnementales et des sources anthropiques susceptibles de perturber les dynamiques de croissance et de compétition interspécifiques.



► Les différentes stations suivies en baie de Calvi sont :

les sites de référence Revellatta, Spano, et Stareso-AOT,

les sites proches des pressions Saint-François et Bibliothèque,

les sites de points de suivi côtier historiques dans la baie (depuis 1979).

◀ Carte de la baie de Calvi montrant les principaux points et transects d'observation.

► Des outils innovants de STARECAPMED

► Redéfinition de 4 protocoles d'observation de la biodiversité et taux de couverture des populations de macroalgues à différentes échelles spatio-temporelles.

Ces approches ont été conçues pour assurer une transition entre les données résultant d'approches historiques locales et les approches de type indice CARLIT :

(i) des transects verticaux jusqu'à la limite inférieure de l'habitat rocheux (40 m) ;

(ii) un relevé continu des macroalgues de la frange médiolittorale ;

(iii) des transects horizontaux de 20m (profondeur 0-3 m de la zone STARESO) ;

(iv) des zones d'évaluation détaillée de densité dans la zone STARESO afin de poursuivre un effort de suivi longue durée initié il y a plus de 20 ans.



▲ *Cystoseira amentacea* var. *stricta* et *Corallinales* (© Strathclyde).

► Le projet STARECAPMED a appliqué une version récente du calcul de l'indice CARLIT (CARTographie du LITtoral) à 3 types de données (cartographies de 1979 et 1991, relevé médiolittoral continu et relevé haute résolution 0-3 m en 2014).

Cet indice exploite les relevés de macroalgues des zones médio- et infra-littorales afin d'en faire ressortir les espèces et communautés dominantes auxquelles sont associées des valeurs de sensibilité environnementale face aux pressions, allant de peu sensible à très sensible.

Formulation mathématique :

$$EQ = \sum (li * SLi) / \sum li$$

$$EQR = \sum ((EQ_{ssi} * li) / EQ_{sri}) / \sum li$$

avec EQ = « Environmental Quality » ;
li = longueur de côte occupée par la communauté i,
ou la situation i ; SLi = sensibilité de la communauté i ; EQR = « Ecological Quality Ratio » ; EQ_{ssi} = EQ dans le site étudié pour la situation i ; EQ_{sri} = EQ dans le site de référence pour la situation i.

EQR	Statut Ecologique (SE)
> 0,75 – 1	Elevé
> 0,60 – 0,75	Bon
> 0,40 – 0,60	Moyen
> 0,25 – 0,40	Médiocre
0 – 0,25	Mauvais

▲ Limite et codes de couleur pour les différents status écologiques déduits de l'indice CARLIT.

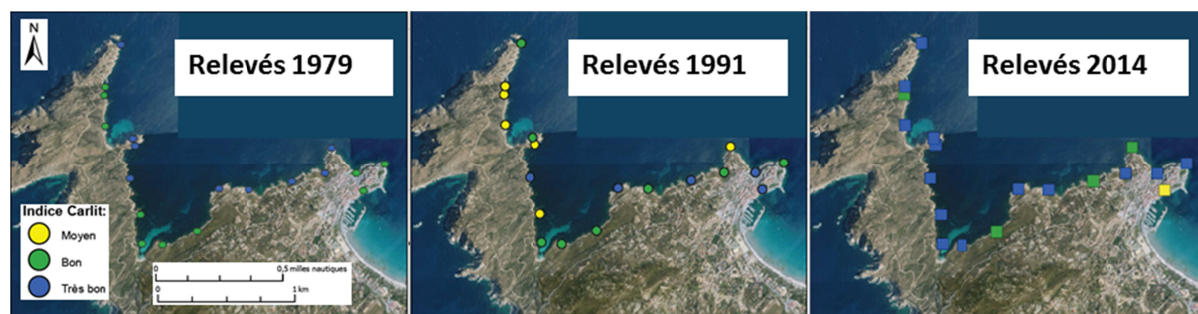
► Un outil statistique de traitement et modélisation de la distribution des macroalgues en baie de Calvi est en cours de développement sous le logiciel R. Il facilitera le traitement et interprétation des profils de distribution en regard des conditions environnementales et pressions anthropiques.

Une extrapolation des observations locales sous forme de carte continue fournira ensuite une estimation des surfaces occupées par les différentes communautés, précisant ainsi leur rôle dans le fonctionnement de l'écosystème de la baie.

► Des résultats STARECAPMED marquants

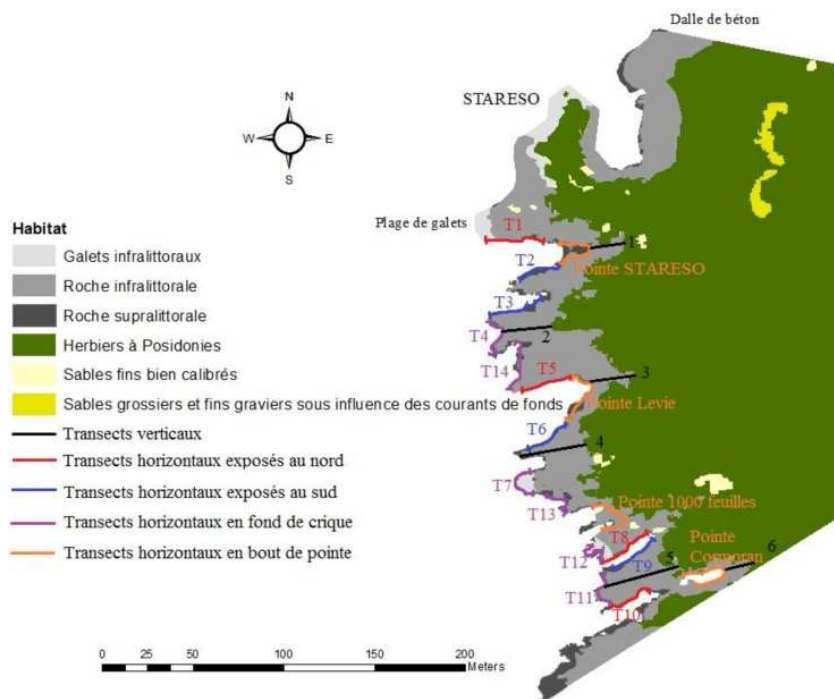
► Le suivi des populations de macroalgues a montré le très bon état écologique général de la baie de Calvi sur base de l'indice CARLIT. A l'échelle de la frange médiolittorale depuis le port de Calvi jusqu'à la Revellatta, l'indice traditionnel adapté aux données historiques montre un déclassement de la masse d'eau entre 1979 et 1991.

Entre 1991 et 2014, le statut écologique moyen témoigne d'une amélioration de la qualité générale de la masse d'eau en lien avec une amélioration générale du statut des populations de macroalgues (à l'exception d'une dégradation ponctuelle dans le port de Calvi).



▲ Evolution du statut écologique évalué par l'indice CARLIT selon les populations de macroalgues observées en 1979, 1991 et 2014.

► A l'échelle haute résolution dans la zone STARESO, l'indice CARLIT calculé à partir des 18 relevés de 20 m de ligne de côte sur 3 m de profondeur montre que 15 de ces sections ont un statut classé comme « très bon ou bon » et 3 comme « moyen ou médiocre ».



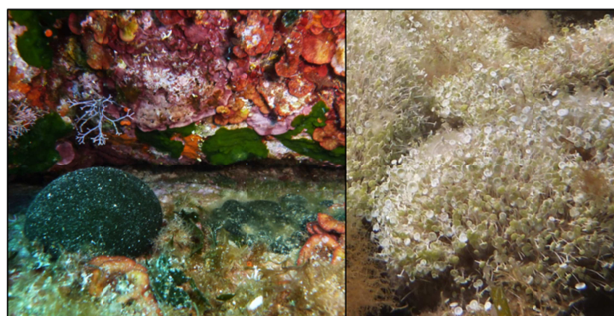
▲ Localisation des transects horizontaux (CARLIT) et verticaux réalisés dans la zone STARESO.

► La Fucale *Cystoseira brachycarpa* est considérée comme une espèce importante par la biomasse et la richesse des prairies infralittorales qu'elle peut développer et par sa sensibilité aux tendances locales à l'eutrophisation d'origine anthropique. Cette espèce a fortement régressé dans les années 80-90 mais sa réapparition confirme une

amélioration des conditions environnementales. Les relevés de 2014 démontrent son retour, et son expansion dans les criques de la zone STARESO alors qu'elle n'a pas encore récupéré son occupation de 1979 dans le site de la Bibliothèque, plus proche des perturbations anthropiques.

► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

► Le statut de zone de référence de la baie de Calvi est confirmé par les calculs d'indice CARLIT qui témoignent d'un très bon état général actuel des masses d'eau baignant la baie.

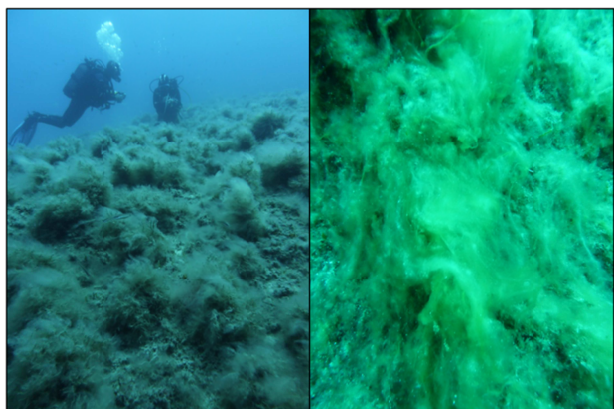


▲ communauté sciaphile (gauche) et *Acetabularia acetabulum* (droite).

► les prairies d'une autre cystoseire, *Cystoseira brachycarpa*, constituent un habitat riche en biodiversité, productif et indicateur de grande qualité environnementale en Méditerranée.

Cette espèce qui a fortement régressé entre 1979 et 1993 se réimplante largement aujourd'hui. Elle n'a cependant pas encore récupéré toute sa gamme de distribution dans la baie.

Ce résultat indique au gestionnaire la nécessité de poursuivre les efforts, notamment en améliorant les niveaux de traitement des eaux usées, et conforte les investissements de mise aux normes récents de la STEP de Calvi.



▲ *Cystoseira spinosa* et *Cystoseira foeniculacea* (gauche), et *Nematochrysis marina* (droite)

1979	1991	2014
0,75	0,65	0,81



▲ Indice CARLIT pour la frange médiolittorale comprise entre la pointe de la Revellata et la Citadelle de Calvi.

► En montrant une récupération en 2014 à un niveau supérieur à celle de 1991, l'étude des communautés de macroalgues conforte la pertinence des efforts réalisés par les gestionnaires dans le traitement des eaux usées qui a permis à *Cystoseira ammentacea* var. *stricta* de recoloniser le linéaire rocheux.



▲ Herbiers de *Cystoseira brachycarpa*.

► La surveillance continue des macroalgues permet de détecter précocement des évolutions témoignant de nouveaux impacts.

La présence de plus en plus massive, dans la baie de Calvi, d'algues filamenteuses (notamment *Nematochrysis*) qui vont localement jusqu'à recouvrir quasi complètement les communautés benthiques, souligne de nouveaux risques émergents sans doute liés à des pressions aussi bien locales que climatiques.

Ces observations permettent d'alerter les gestionnaires de l'environnement sur de nouveaux risques potentiellement très destructeurs pour la biodiversité des milieux côtiers.





MACROBENTHOS DE SUBSTRATS MEUBLES

LE MACROBENTHOS DE SUBSTRATS MEUBLES

Annick DONNAY, Charlène FREJEFOND,
Christine BARRAS et Corinne PELAPRAT

► Les activités humaines (urbanisme, agriculture, plaisance, etc.) entraînent des perturbations environnementales qui peuvent modifier les peuplements macrobenthiques. Le projet STARECAPMED prévoit un suivi de l'évolution des populations de macrobenthos de substrats meubles en baie de Calvi, en zones sous influences humaines et en zones hors influences. Ce suivi à long terme doit permettre de différencier les changements dus aux modifications globales, comme les changements climatiques, de ceux dus aux influences anthropiques locales et directes.

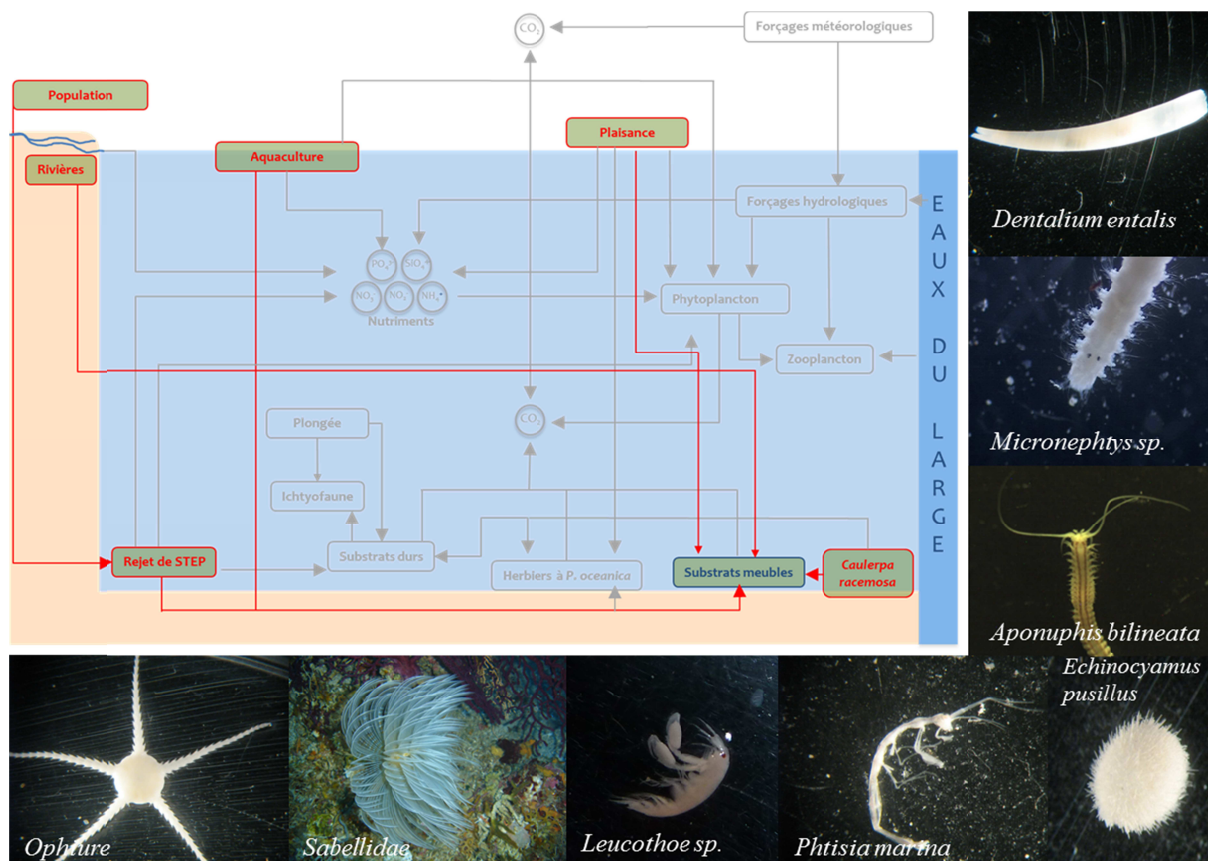
► Ce suivi se subdivise en trois volets :

(i) un suivi des principales sources d'influences existantes dans la baie et d'une zone référence ;

(ii) un suivi spécifique de l'influence de la caulerpe *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* sur les assemblages macrobenthiques ;

(iii) un suivi des peuplements macrobenthiques et de foraminifères (organismes appartenant à la méiofaune) le long d'un transect partant de l'émissaire de la ville de Calvi.

► Le macrobenthos de substrats meubles dans STARECAPMED

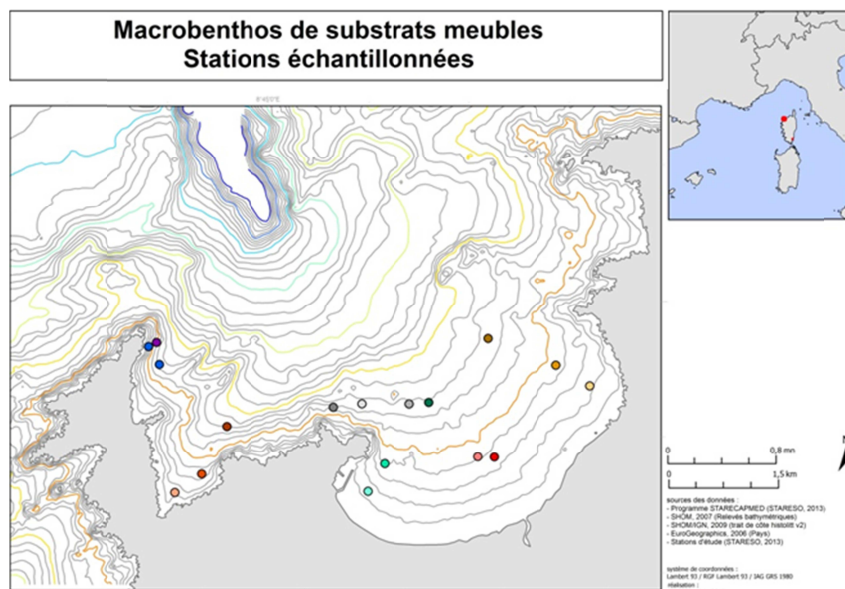


▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux facteurs (rouge) susceptibles d'influencer le macrobenthos de substrats meubles (bleu ; © A. Donnay).

► En baie de Calvi, différentes sources d'influences sont recensées : une zone d'embouchure de fleuve, une zone aquacole, une zone de mouillage organisé, une zone de rejet d'émissaire et une zone de mouillage forain. Différentes distances par rapport à leur point d'origine sont échantillonnées : un champ proche, à proximité immédiate de la source, un champ

moyen, à environ 400 m de l'influence, et un champ lointain, à environ 1 400 m de la source.

De plus, le suivi à long terme permet de mettre au point des techniques facilitant l'étude du macrobenthos telle que la simplification taxonomique pour l'identification des organismes macrobenthiques.



► Des outils innovants de STARECAPMED

► En Corse, le développement de l'herbier à *Posidonia oceanica* entraîne la présence de nombreuses fibres végétales dans les prélèvements sédimentaires des analyses macrobenthiques. Ces fibres s'enchevêtrent avec les organismes vermiformes de la macrofaune.

Une adaptation de méthode de coloration permet un gain de temps moyen de 24 % de la phase de tri tout en permettant une décoloration et le maintien des pigments naturels des organismes, pouvant être utilisés au cours de l'identification.



▲ Photos d'organismes vermiformes colorés à l'éosine mélangés avec des fibres de posidonies non colorées par ce colorant.

► Le travail par habitat sédimentaire est important pour prendre en compte les caractéristiques naturelles de ces derniers. En effet, certains habitats sont reconnus naturellement pauvres, comme les sables grossiers à courant de fond, et d'autres sont reconnus naturellement riches, comme les sables fins.

Utiliser les mêmes références pour l'ensemble des habitats est inadapté. Sur le pourtour insulaire, en se basant sur les stations échantillonnées entre 2006 et 2012, soit 198 stations, huit habitats ont été déterminés dépendant de la proximité de l'herbier de posidonies, de la profondeur et de la médiane granulométrique.

Médiane	Profondeur			
	[0-35[m	[10-10[m	[10-35[m	[35-m
X<250µm	Tâches de sable dans l'herbier	SF; [0-35[SF; [0-35[SF; [35-
250µm≤X<500µm	Tâches de sable dans l'herbier	SM; [0-10[SMG; [10-35[SM; [35-
X≥500µm	Tâches de sable dans l'herbier	SG; [0-10[SMG; [10-35[SG; [35-

◀ Tableau des différents habitats recensés sur le pourtour insulaire corse en fonction de la profondeur et de la médiane granulométrique. X : Valeur de la médiane de l'échantillon ; SF : sédiment fin ; SM : sédiment moyen ; SG : sédiment grossier ; SMG : sédiment moyen ou grossier

► Comme dans la majorité des zones côtières corses, la baie de Calvi est soumise à de faibles influences anthropiques. Ces conditions particulières nécessitent l'affinement de l'indice de qualification du milieu couramment employé, le M-AMBI.

Cette adaptation est baptisée le J'MAMBI. Elle se base sur la pondération du M-AMBI par la valeur de l'équitabilité, indice de Pielou (J'), calculée pour chaque assemblage macrobenthique.

► Des résultats STARECAPMED marquants

► Le J'MAMBI (pondération du M'AMBI par l'équitabilité (J')) permet de différencier de fines variations de qualité écologique du milieu soumis à de faibles influences anthropiques.

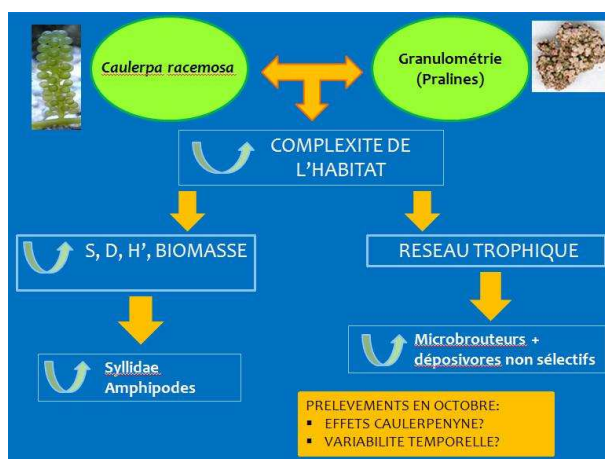
Exemple : la différence de qualité écologique mise en évidence par le J'MAMBI entre un site proche d'une ancienne carrière d'amiante et la baie de Calvi, reconnue de bonne qualité.

► Position de la Carrière d'amiante près de Canari et de la baie de Calvi.



	Habitat	AMBI	Diversité	Richesse	M-AMBI	Statut M-AMBI	Pielou (J')	J'MAMBI	Statut J'MAMBI
Carrière Amiante	SF>=35m	1,467	4,35	75	0,73	Bon	0,70	0,51	Moyen
Calvi	SF>=35m	1,351	5,62	93	0,86	Bon	0,86	0,74	Bon

▲ Tableau des Valeurs d'EQRs montrant l'importance de la pondération du M-AMBI par l'indice de Pielou pour distinguer les deux sites reconnus sous influences différentes.

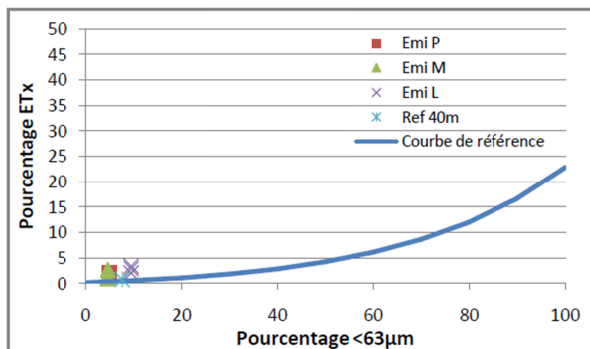
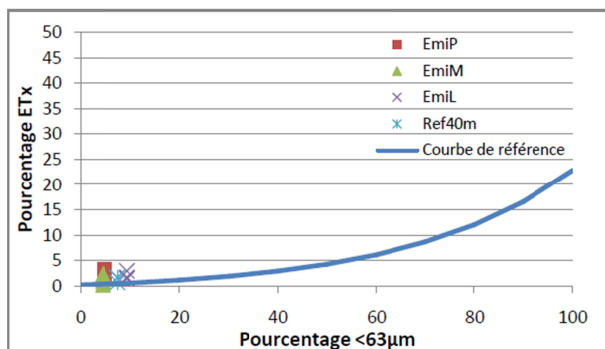


► La présence de caulerpe modifie la complexité de l'habitat et favorise certaines espèces. En effet, au niveau du site colonisé, les amphipodes, les syllidae, les microbrouleurs et les déposivores non sélectifs sont présents en plus grandes proportions par rapport au site de référence.

◀ Résultats de la complexification de l'habitat en présence de Caulerpa racemosa et de pralines de Maërl.

► L'influence de l'émissaire est visible sur les peuplement de foraminifères via des variations de densités et de compositions le long d'un transect

sans toutefois modifier la qualité écologique du milieu. En effet, l'indice Foraminifère, inférieur à 4 %, traduit une très bonne santé de l'écosystème.



▲ Indice Foraminifère, basé sur les espèces tolérantes standardisées pour mai 2013 (à gauche) et septembre 2013 (à droite). Emi P : Station Emissaire proche ; Emi M : station Emissaire Moyen ; Emi L : station Emissaire Loin ; Ref 40m : station de référence à 40 m de fond.

► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

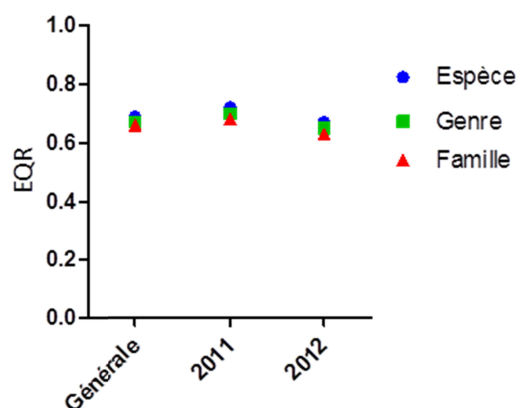
► Pour les huit habitats sédimentaires identifiés sur le pourtour corse, des valeurs de références hautes et basses ont été déterminées grâce à STARECAPMED.

Elles permettent une évaluation facile de la qualité écologique de ces milieux et permettent d'informer simplement les acteurs publics de l'environnement pour orienter les politiques de gestion de ces milieux.

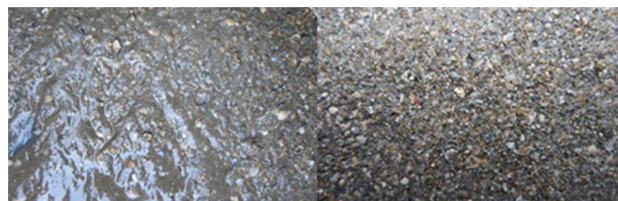


▲ Rejet d'émissaire et zone aquacole en baie de Calvi.

► Le principe de Suffisance Taxonomique est démontré par STARECAPMED comme applicable dans le cas de suivi à long terme. Le niveau d'identification "Famille" est ainsi suffisant pour suivre l'évolution de la situation générale en baie de Calvi (toutes influences confondues) ou l'évolution spatiale de chaque influence. Cette approche simplifiée facilite les actions de diagnostics nécessaires à l'information des gestionnaires.



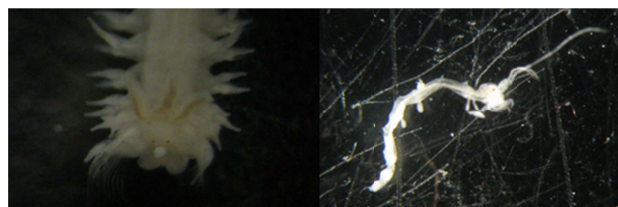
▲ Valeur moyenne de l'EQR obtenue en baie de Calvi pour les deux années échantillonnées considérées ensemble (Générale) ou individuellement (2011 et 2012) et en fonction du niveau d'identification envisagé (Espèce, Genre ou Famille).



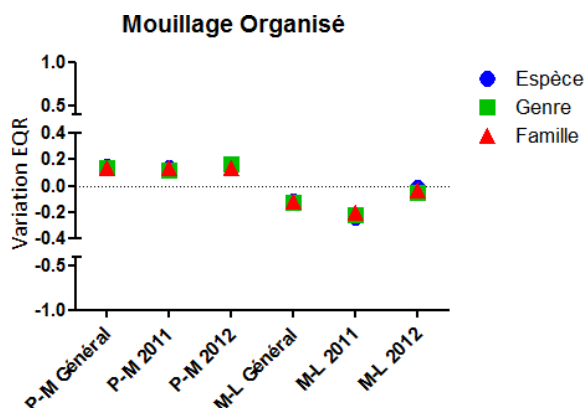
▲ Deux types d'habitats présents sur le pourtour insulaire corse, associés à deux peuplements macrobenthiques.

► Les faibles influences anthropiques en baie de Calvi se traduisent par une bonne valeur générale de qualité écologique. Le suivi à long terme de ces sites sous influences et ceux de référence doit permettre de différencier les influences globales des influences locales.

La bonne qualité écologique identifiée en baie de Calvi abonde dans le sens d'une reconnaissance de la baie en zone de référence permettant un suivi à long terme des évolutions du milieu et des décisions de gestion qui doivent en découler.



▲ Exemple d'organismes macrobenthiques appartenant aux polychètes errants (à gauche) et aux crustacés Caprellidae (à droite).



▲ Variations spatiales des EQRS du mouillage organisé de Calvi, toutes stations confondues, en 2011 et en 2012. P-M : variation entre l'EQR du champ moyen et celui du champ proche ; M-L : variation d'EQR entre le champ lointain et le champ moyen.





ECOTOXICOLOGIE

ECOTOXICOLOGIE

Jonathan RICHIR, Jean-Pierre THOME,
Pierre LEJEUNE et Sylvie GOBERT

► Les activités humaines (industrie, agriculture, ...) génèrent inévitablement des pollutions chimiques. De plus, les substances rejetées en milieu naturel ont tendance à se concentrer dans l'environnement marin, réceptacle final de nombreux polluants, tant classiques comme le plomb qu'émergents comme le bismuth. Le projet STARECAPMED prévoit un suivi de l'évolution des concentrations en polluants en baie de Calvi.

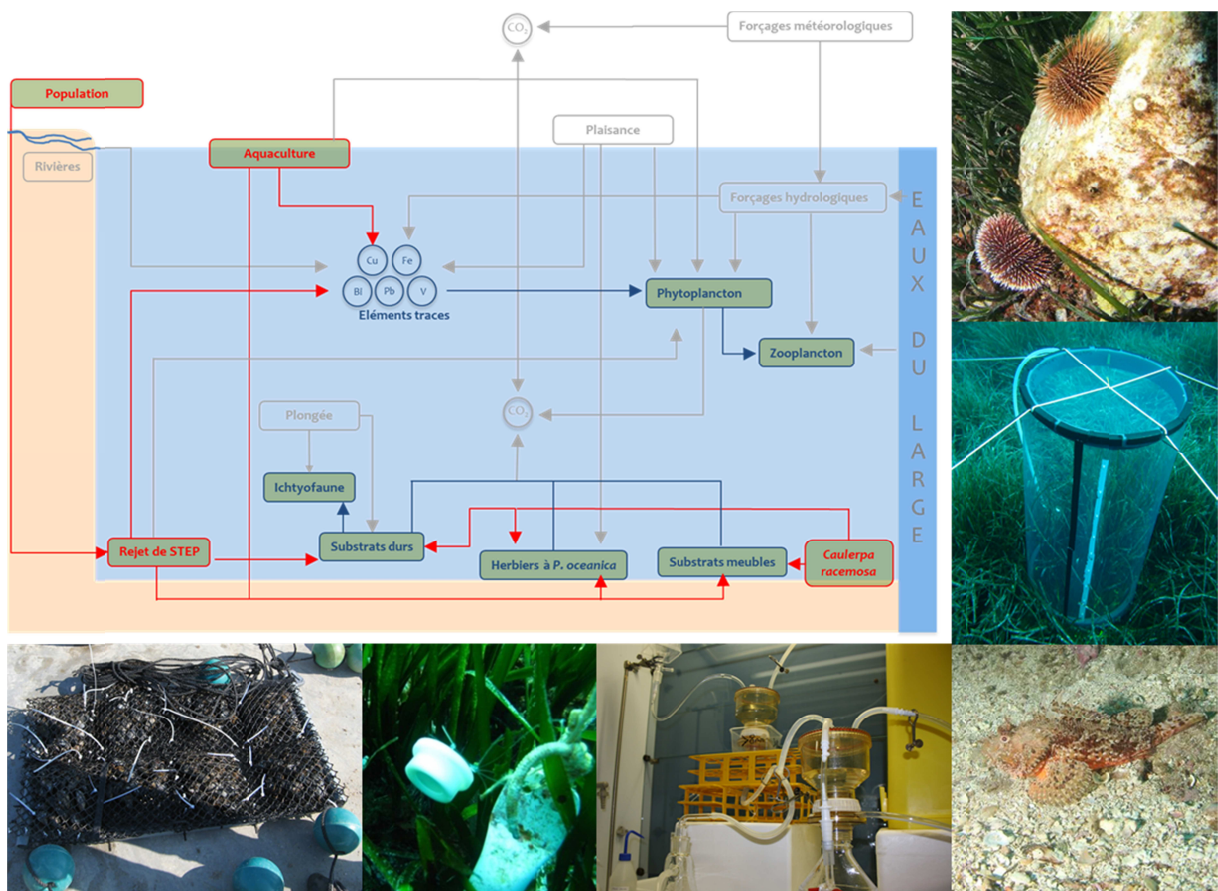
► Ce suivi s'articule principalement autour des éléments traces. Ainsi :

(i) un suivi dans des espèces sentinelles bioindicatrices a permis d'étudier l'influence de leurs cycles écophysiologiques sur les processus de bioaccumulation des contaminants ;

(ii) des indices de contamination de l'environnement côtier par les éléments traces ont été développés ;

(iii) un modèle quantitatif de la distribution et des flux d'éléments traces entre les différents compartiments associés aux herbiers de posidonies est en cours de développement.

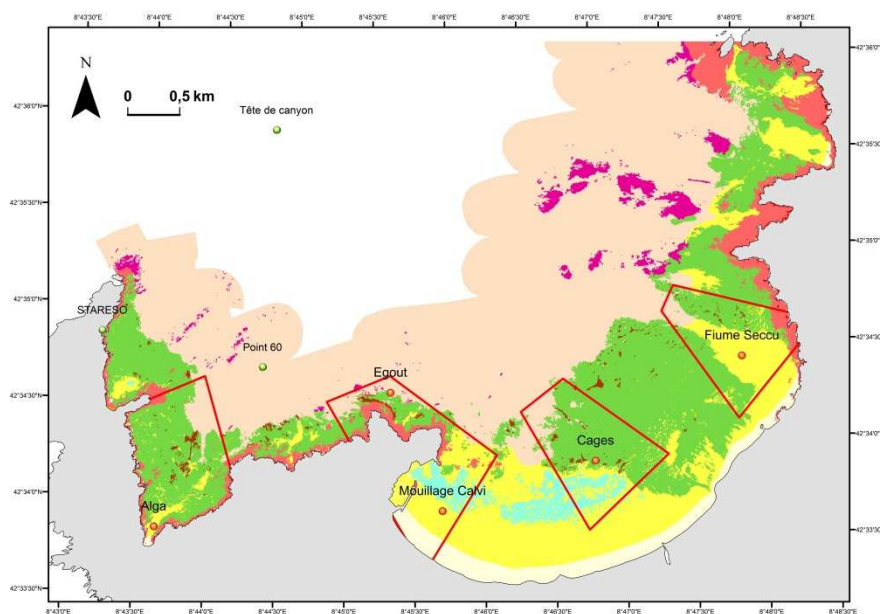
► L'écotoxicologie dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels (bleu) ainsi que les facteurs anthropiques susceptibles de les influencer (rouge), étudiés dans le cadre plus spécifique du volet écotoxicologie (© Abadie A., Richir J.).

► Le volet écotoxicologie s'intéresse à la spéciation des éléments traces dans la colonne d'eau et dans les substrats meubles, à leur accumulation et leurs taux de transferts entre les

différents maillons de la chaîne trophique, et aux sources anthropiques susceptibles de modifier leurs niveaux de concentrations et dynamiques environnementales.

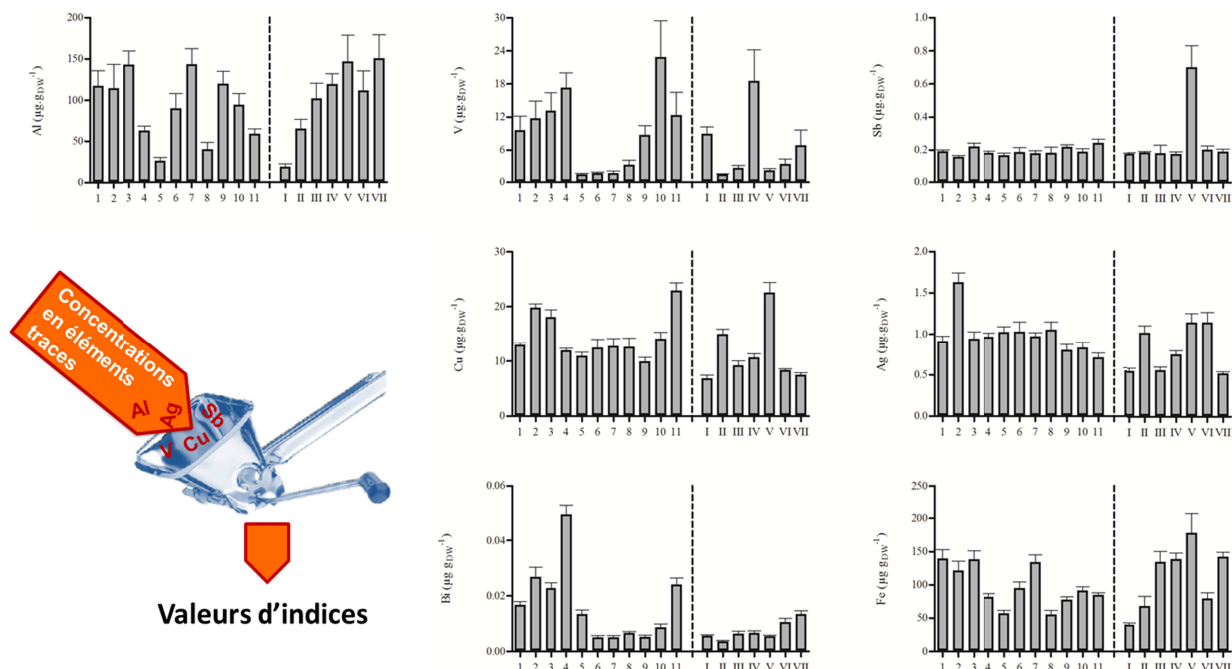


► Aux différentes stations suivies en baie de Calvi, des échantillons biologiques : posidonies, oursins, moules, cymodocées, holoturies, rougets, caulerpes, etc. ; et des échantillons environnementaux : eau, matières en suspension, sédiment ; ont été prélevés et analysés.

◀ Carte de la baie de Calvi montrant le point de référence STARESO (en vert) et les points de pression (en rouge) échantillonnés dans le cadre du suivi écotoxicologique.

► Des outils innovants de STARECAPMED

► La contamination environnementale par les substances chimiques rejetées en milieux côtiers est par essence de nature multiple. Une simplification de cette problématique complexe requiert la mise en place d'outils spécifiques, tels que des indices de contamination.



▲ Illustration classique, sous la forme d'histogrammes multiples, de la contamination environnementale par les éléments traces. Leurs concentrations ont été mesurées dans l'organisme sentinelle bioindicateur posidonie, prélevé dans 18 sites localisés le long du littoral méditerranéen français (voir carte page suivante).

► Le projet STARECAPMED a permis de développer deux indices de contamination.

Le « Trace Element Pollution Index » (TEPI ; indice de pollution globale par les éléments traces) permet de synthétiser les niveaux de contamination par toute une série de substances chimiques en une valeur d'indice unique.

Leurs formulations mathématiques :

$$\text{TEPI} = (\text{Cf}_1 * \text{Cf}_2 \dots \text{Cf}_n)^{1/n}$$

où, pour chaque site étudié, Cf_n est la concentration moyenne normalisée du contaminant n ;

Al	V	Fe		
Cr	Mn	Co	Ni	
	Cu	Zn	Se	Ag
		Cd	Sn	Sb
		As	Mo	Be
		Pb	Bi	

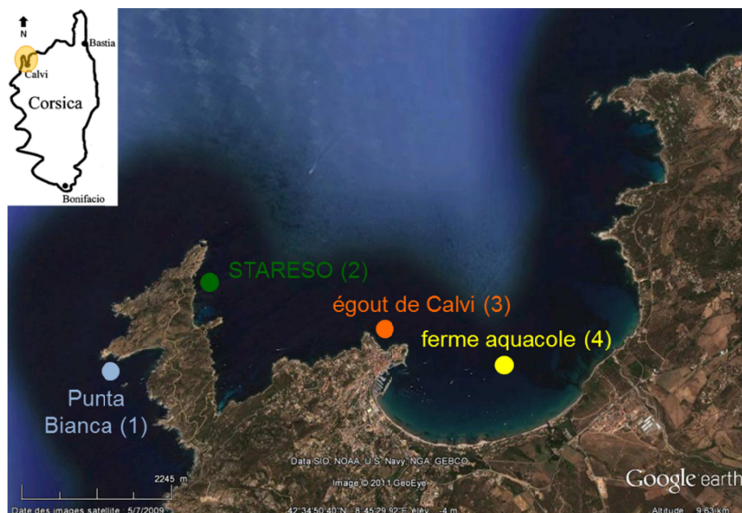
Le « Trace Element Spatial Variation Index » (TESVI ; indice de variation spatiale des éléments traces) permet de classer les contaminants en fonction de la variation spatiale de leur niveaux environnementaux résultant des apports anthropiques et naturels, ponctuels et diffus, chroniques et aigus.

$$\text{TESVI} = [(x_{\text{max}}/x_{\text{min}}) / (\sum(x_{\text{max}}/x_i)/n)] * \text{SD}$$

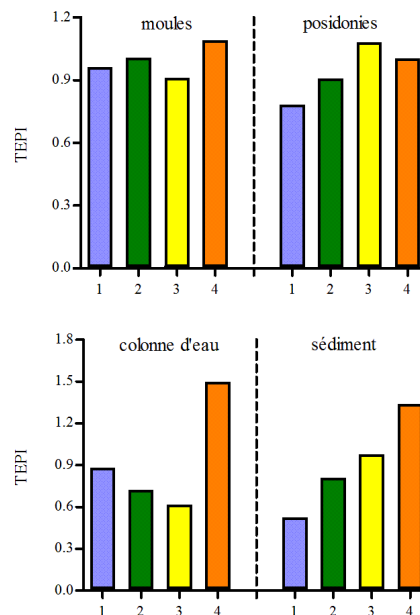
où, pour chaque contaminant, x_{max} et x_{min} sont les concentrations moyennes maximales et minimales mesurées parmi les n sites étudiés, x_i sont les concentrations moyennes en ce contaminant en chacun des n sites, et SD est l'écart-type de la somme pondérée $\sum(x_{\text{max}}/x_i)/n$.

◀ Liste des principaux 19 éléments traces étudiés dans les espèces sentinelles bioindicatrices prélevées en baie de Calvi et dans leur environnement.

► Des résultats STARECAPMED marquants



▲ Suivi des valeurs d'indice de contamination globale TEPI en 19 éléments mesurés dans les organismes sentinelles moule et posidonie, dans l'eau et le sédiment en baie de Calvi ►

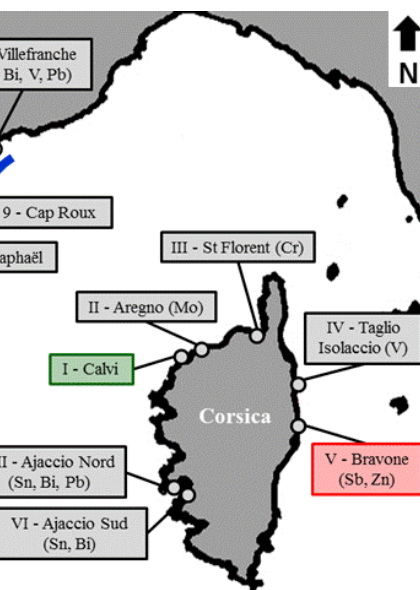
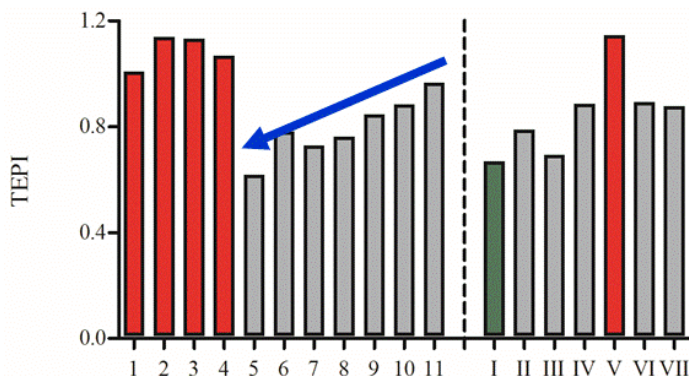


► Le suivi des concentrations en éléments traces dans les organismes sentinelles bioindicateurs moule et posidonie a montré le bon état écotoxicologique générale de la baie de Calvi. Les différents sites monitorés avec la moule montrent une certaine homogénéité de la colonne d'eau ; la

posidonie permet quant à elle d'identifier des variations spatiales plus fines, car cette plante benthique reflète les concentrations en contaminants accumulés sur de longues périodes dans le sédiment.



Posidonia oceanica



◀ Histogramme des valeurs d'indice de contamination globale TEPI en 19 éléments traces mesurés dans l'organisme sentinelle posidonie, échantillonné en 18 sites le long du littoral Méditerranéen français : 11 en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA ; 1-11) et 7 en région Corse (Corsica ; I-VII).

► Le suivi des teneurs en éléments traces à l'échelle de la Méditerranée française dans l'indicateur sentinelle posidonie a confirmé cette contamination globalement faible de la baie de Calvi. Les 19 éléments traces étudiés ont pu être classés, par ordre croissant de valeur d'indice de variation spatiale (de 0.3 à 12.3) : Se, Ni, Mn, Co, Sb, Ag, Be, Cu, Cd, Fe, Pb, Cr, Sn, As, Al, Zn, Bi, Mo, V.

► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

► Les indices de contamination développés dans le cadre du projet STARECAPMED permettent de synthétiser une problématique complexe et multiple, comme la contamination chimique du littoral méditerranéen français par 19 éléments traces, en des valeurs uniques d'indices. Une telle information, simplifiée mais rigoureuse, destinée aux politiques doit leur permettre de prendre les mesures environnementales nécessaires afin d'assurer l'intégrité chimique de l'environnement côtier.



▲ Holoturie en bordure d'herbier de posidonies (© Abadie A.).



▲ Rougets barbets et serrant (© Abadie A.).

► L'indice TEPI, intégrant les variabilités inter-éléments en une valeur d'indice unique a permis de mettre en évidence un phénomène de contamination globale faible en Corse (sauf points ponctuels) et de contamination plus généralisée et plus diffuse sur le littoral continental.

► Les concentrations faibles en éléments traces mesurées en baie de Calvi et traduites en une valeur d'indice de contamination globale TEPI des plus basses lui confère son statut de site de référence à l'échelle de la Méditerranée française. Ainsi, la baie de Calvi devient l'atelier idéal pour suivre sur le long terme les évolutions de la concentration des contaminants, notamment les émergents, dans le cadre du développement des zones côtières méditerranéennes.



▲ Herbiers de cymodocées (© Abadie A.).



▲ Banc de saupes (© Abadie A.).

► Les indices TEPI et TESVI permettent d'alerter les responsables de l'environnement.

Une analyse en détails des composantes des deux indices permet alors aux spécialistes d'identifier les principaux contaminants leur conférant des valeurs élevées, comme pour la région de Marseille qui souffre de rejets industriels (Sn, As, Pb), urbains (Bi, Sn) et pétroliers (V, Pb) présents et passés.





PUITS DE CARBONE BLEU

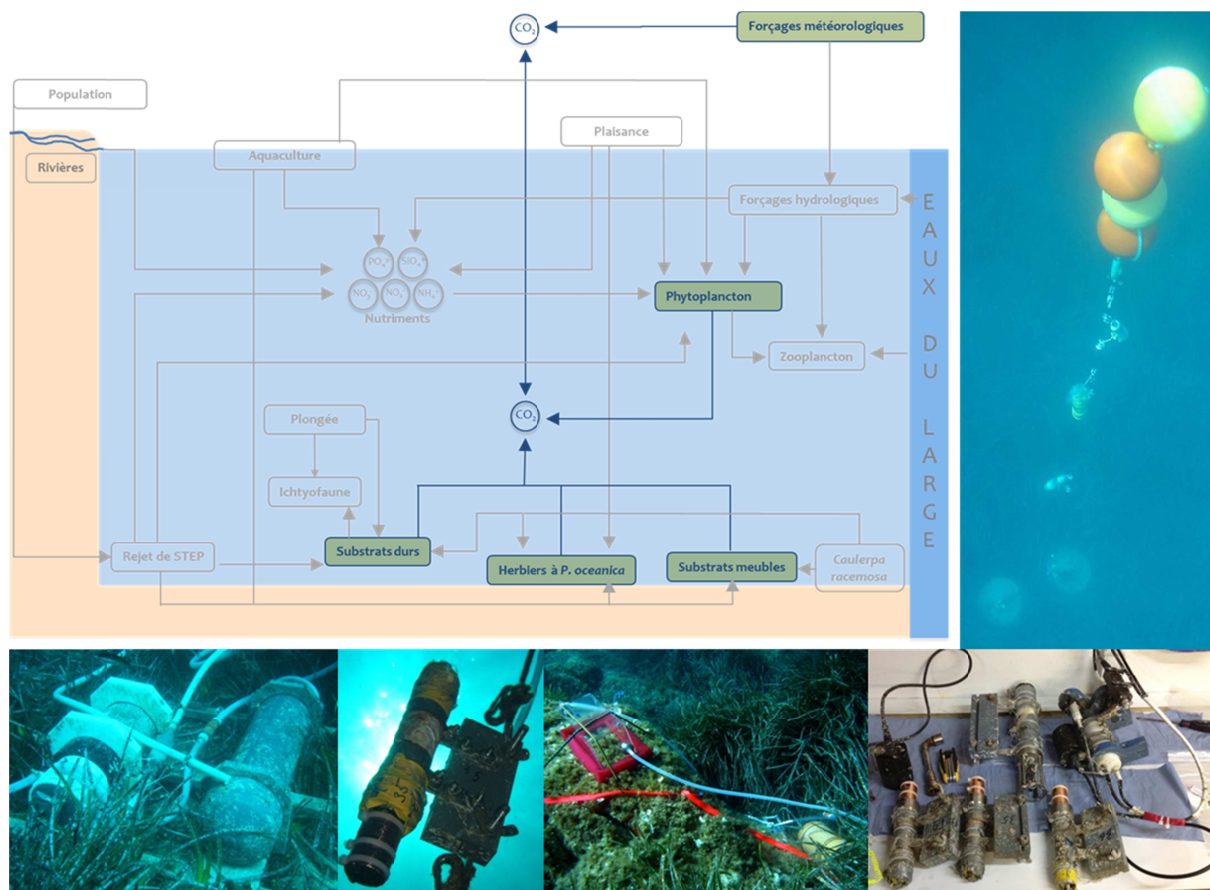
PUITS DE CARBONE BLEU

Alberto V. BORGES et Willy CHAMPENOIS

► L'utilisation des énergies fossiles et la déforestation induisent une augmentation dans l'atmosphère du dioxyde de carbone (CO₂) qui est le principal gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique. Les écosystèmes marins séquestrent du carbone, ce qui a mené au développement du concept des « puits de carbone bleu ». Les herbiers de macrophytes tels que les posidonies sont parmi les plus importants puits de carbone bleu.

► Le projet STARECAPMED prévoit un suivi de la capacité de l'herbier de posidonies à fixer du carbone. Nous testons si la méthodologie développée peut être standardisée et utilisée de manière routinière pour la surveillance de l'évolution du stockage de carbone ou de la vitalité de l'herbier.

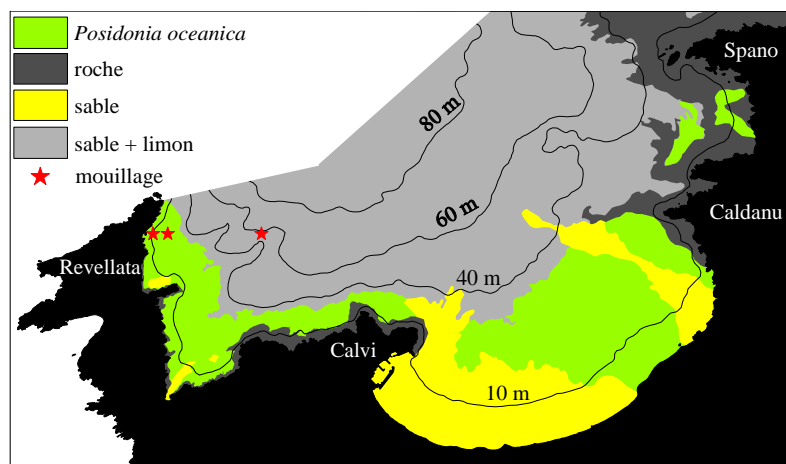
► Les puits de carbone bleu dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels étudiés dans le cadre plus spécifique du volet puits de carbone bleu (© Vishnuskawica M.).

► Les grandeurs de base pour quantifier le stockage de carbone par n'importe quel compartiment de la biosphère sont : la production nette à l'échelle de la communauté (PNC) ; la production primaire brute (PPB) ; la respiration à l'échelle de l'écosystème (R). La méthodologie

repose sur le suivi de la concentration d'oxygène dissout (O_2) dans la colonne d'eau avec des optodes (mesure optique de la concentration). L'étude vise principalement l'herbier de posidonies, mais aussi d'autres compartiments: les macroalgues, la litière de posidonies et le phytoplancton.

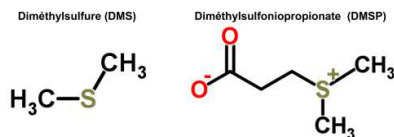


► Les optodes sont déployées sur trois mouillages dans la baie de Calvi à 10 m (3 optodes), 20 m (2 optodes) et 60 m (1 optode) de profondeur. Un courantomètre est également mouillé à 60 m.

◀ Carte de la Baie de Calvi montrant les principaux faciès benthiques et la position des 3 mouillages équipés d'optodes pour un suivi de haute résolution de la concentration en oxygène (© Vishnuskawica M.).

▼ Formules chimiques du DMS et du DMSP.

► Dans la thématique de la régulation du climat, nous étudions également le diméthylsulfure (DMS) et le diméthylsulfoniopropionate (DMSP) dans la posidonie. Le DMS est un gaz à effet refroidissant, à l'inverse des gaz à effet serre, dont le précurseur est le DMSP.



► Des outils innovants de STARECAPMED

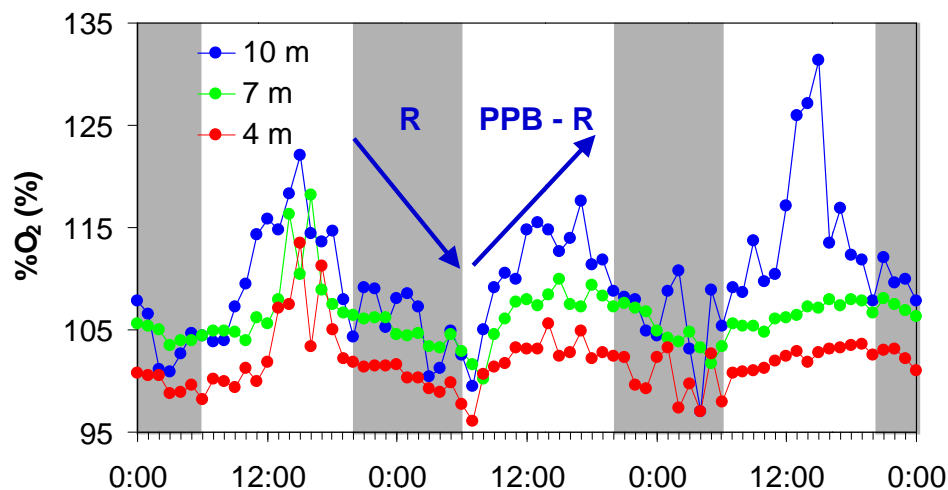
► La production nette à l'échelle de la communauté (PNC), la production primaire brute (PPB) et la respiration à l'échelle de l'écosystème (R) peuvent être déterminées par bilan de masse à partir de données continues de l'oxygène (O_2). Les mesures se font de manière horaire avec des optodes. L'évolution de l' O_2 pendant la nuit et pendant la journée permet de calculer de manière relativement simple des valeurs de PPB et R.

► Optode hors de l'eau et fixée sur son mouillage in situ (© Vishnuskawica M.).

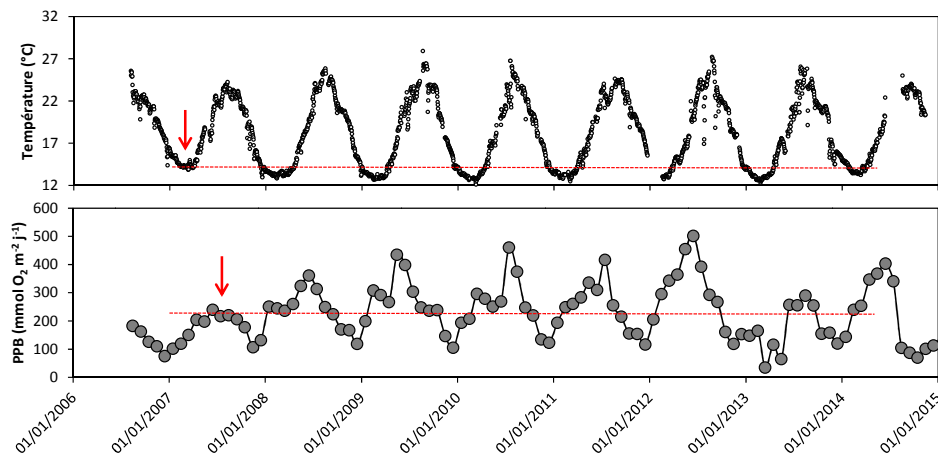


► Bien que le principe de la méthode soit connu depuis les années 1960, c'est avec l'avènement technologique relativement récent des optodes (~2000) que cette méthode put être appliquée de manière routinière et continue.

La série temporelle de mesures d' O_2 que nous avons établie dans la baie de Calvi est à notre connaissance une des plus longues au monde disponible en milieu côtier. Les mesures ont été entamées en Août 2006 et se poursuivent à ce jour.



▲ Exemple de série temporelle d'oxygène pendant 3 jours à trois profondeurs. La zone grisée indique la nuit, pendant laquelle l'oxygène diminue suite à la respiration de la communauté (R). Pendant la journée, l'oxygène augmente à cause du bilan de la production primaire brute (PPB) et de la R.

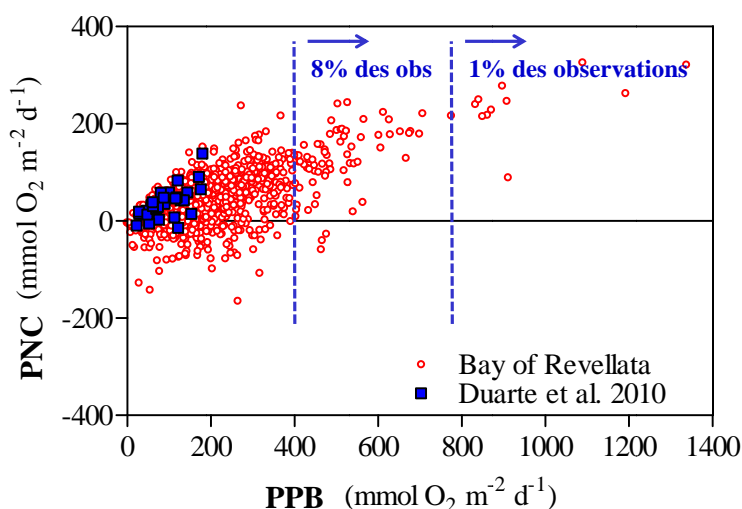


▲ Série temporelle d'août 2006 à décembre 2014 de la température de l'eau (>67 000 mesures) et de la production primaire brute (PPB) (moyennes mensuelles) à 10 m de profondeur sur l'herbier de posidonies en baie de Calvi. La ligne horizontale rouge indique un hiver exceptionnellement doux (fin 2006-début 2007) qui a été suivi par une PPB estivale exceptionnellement faible.

► Des résultats STARECAPMED marquants

► Les valeurs de production primaire brute (PPB) et de production nette à l'échelle de la communauté (PNC) que nous avons recueillies de manière continue (une mesure journalière sur plusieurs années) s'étalent sur une gamme bien plus large que celles établies d'après les mesures classiques avec des incubations benthiques jusqu'à présent possibles. D'une part l'usage de cloches pour les incubations benthiques induit un biais expérimental

lié au confinement de l'échantillon que nous avons mis en évidence. De plus, l'usage d'incubations benthiques nécessite un opérateur et 3 plongées en 24h, ce qui limite fortement le nombre de mesures qui peuvent être effectuées et donc la résolution temporelle. Cela demande aussi une technicité qui ne permet par l'application de cette approche pour un suivi environnemental autonome et routinier.



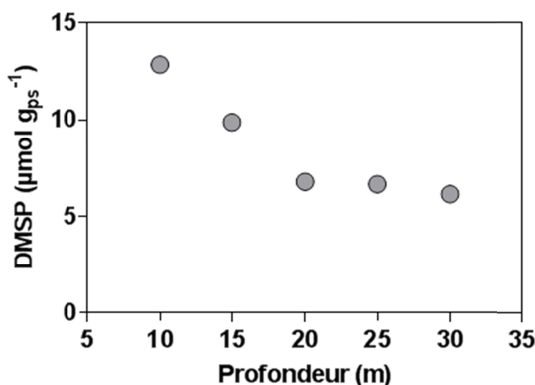
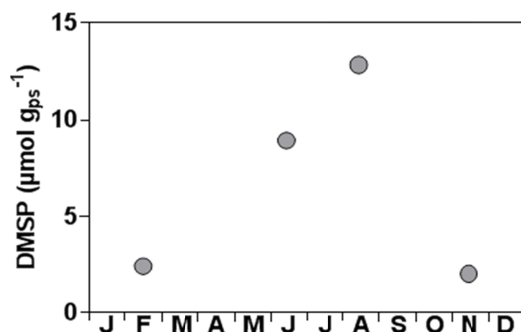
◀ La production nette à l'échelle de la communauté (PNC) en fonction de la production primaire brute (PPB) dans la baie de la Revellata (points en rouge) et les données disponibles jusqu'à ce jour dans des herbiers de posidonies obtenues avec des cloches benthiques (carrés bleus). Notre approche permet de capturer des événements intenses mais rares qui ne peuvent être mesurés qu'en appliquant de l'acquisition à haute fréquence.

► Nous avons mis en évidence une forte variabilité de la PPB et de la PNC à plusieurs échelles temporelles : diurne, saisonnière, et inter-annuelle. La variabilité inter-annuelle est particulièrement intéressante car elle sert de laboratoire naturel pour éventualiser les changements futurs des herbiers de posidonies (années exceptionnelles).

L'hiver 2006-2007 a été particulièrement doux partout en Europe, et les conditions météorologiques (en particulier les moindres tempêtes hivernales) ont entraîné une PPB et PNC plus faibles que la norme. Cela pourrait suggérer une décroissance de ces grandeurs métaboliques à l'avenir.

► Nous avons mis en évidence pour la première fois la présence de diméthylsulfoniopropionate (DMSP) dans les feuilles de posidonies. Le contenu en DMSP dans les feuilles de posidonies suit des variations saisonnières et avec la profondeur qui

suggèrent un lien avec la PPB. Cependant le rôle précis que cette molécule peut jouer dans la physiologie de la plante et dans l'écologie de l'herbier reste inconnu mais va stimuler nos futures recherches.



▲ Variations du contenu en diméthylsulfoniopropionate (DMSP) dans les feuilles de posidonies en μmol par gramme de poids sec (gps^{-1}), en fonction de la saison à 10 m de profondeur (à gauche) et en fonction de la profondeur au mois d'août (à droite).

► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

► Nos recherches permettent de fournir une méthodologie pour quantifier la séquestration de carbone par les herbiers de posidonies à l'échelle locale qui peut être étendue à l'échelle régionale. Cette information peut être utilisée pour établir les bilans de carbone qui sont un des outils dans les négociations internationales portant sur le climat.

Nos recherches peuvent aussi aboutir à deux outils de surveillance de la vitalité des herbiers de posidonies, l'un pour des évolutions à long terme : utilisation des optodes pour mesurer l'oxygène dissout ; l'autre pour des stress soudains : dosages du diméthylsulfoxyde (DSMO) et du diméthylsulfoniopropionate (DMSP).



▲ Bordure d'un herbier de posidonies sur substrat meuble (© Abadie A.)



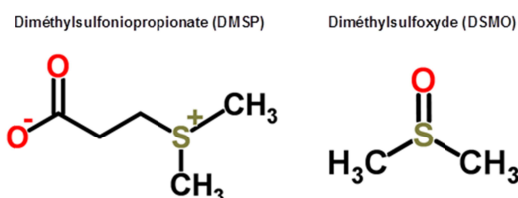
▲ Réinitialisation des chaînes d'optodes entre deux périodes de mesures in situ (© Vishnuskawica M.).

► L'augmentation du rapport entre le diméthylsulfoxyde (DSMO) et le diméthylsulfoniopropionate (DMSP) indique la réponse à un stress environnemental chez *Spartina*, une plante supérieure intertidale présente dans les marais salants.

Par analogie, nous envisageons de tester si le rapport DSMO:DMSP peut aussi être utilisé comme indicateur de stress environnemental chez la posidonie. Les dosages par chromatographie gazeuse se font sur des faibles quantités de matière sèche, donc des prélèvements routiniers de feuilles de posidonies peuvent se faire de manière régulière et standardisée.

► Le suivi des indicateurs de performance métabolique à l'échelle de l'herbier (production nette à l'échelle de la communauté (PNC), production primaire brute (PPB), et respiration à l'échelle de l'écosystème (R)) devrait permettre de déterminer la dégradation, le maintien ou la reprise de la vitalité des herbiers de posidonies régionalement ou à l'échelle du bassin méditerranéen.

Nous avons démontré que ceci était possible avec le déploiement de mouillages avec des optodes pour des mesures d'oxygène en continu. Cette méthode s'est avérée possible et robuste sur presque dix ans à notre mouillage à 10 m de profondeur.



▲ Formules chimiques du diméthylsulfoxyde (DSMO) et du diméthylsulfoniopropionate (DMSP).





PRESSION D'ANCRAGE

PRESSION D'ANCRAGE

Arnaud ABADIE, Pierre LEJEUNE
et Sylvie GOBERT

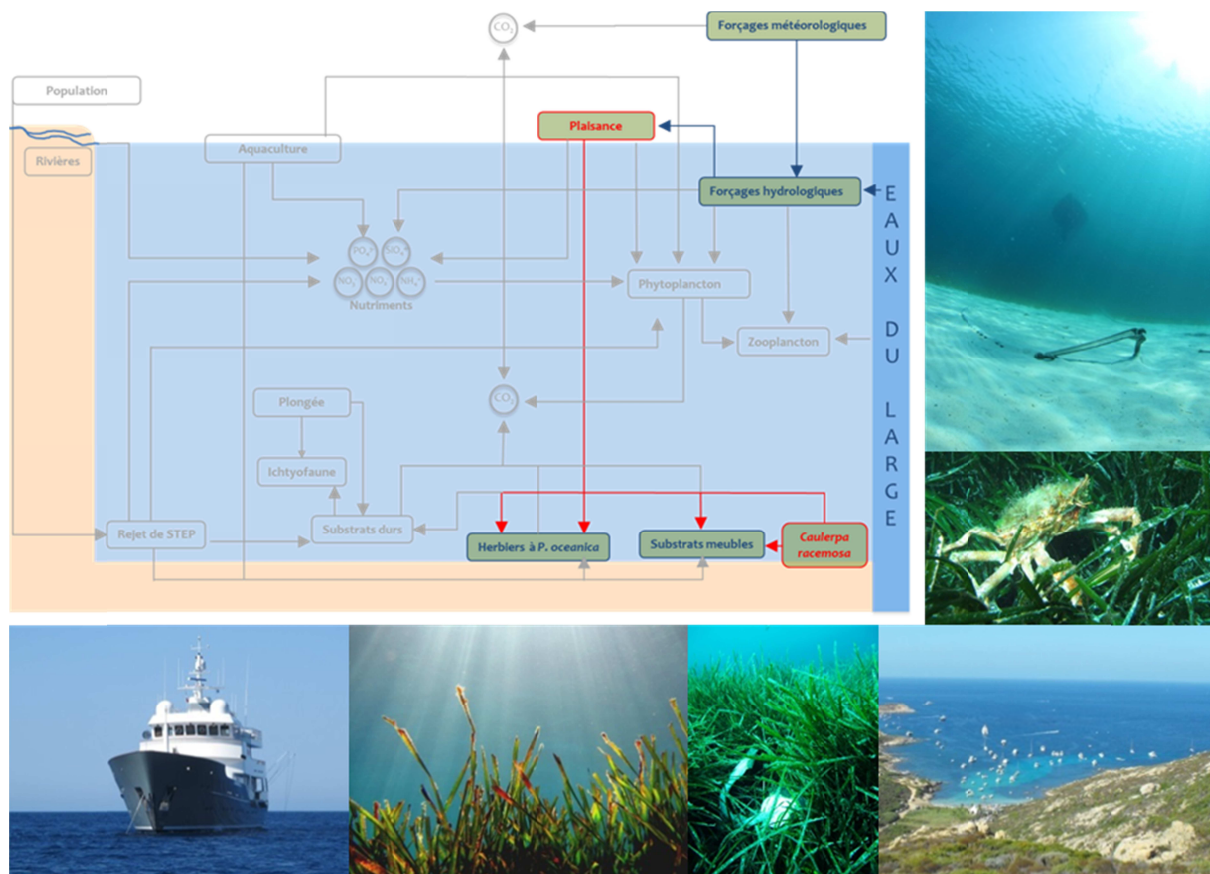
► L'ancrage intensif durant la période estivale est connu pour générer d'importants dommages physiques sur les herbiers formés par la Magnoliophyte marine *Posidonia oceanica* (ou posidonie). En baie de Calvi toutes les classes de tailles de navires sont observées (de quelques mètres à 300 m de long) et impactent les herbiers à différentes profondeurs (de quelques mètres de profondeur jusqu'à plus de 30 m de fond).

► Ce suivi s'articule principalement autour de l'étude de la réponse de l'herbier à un ancrage intensif et de la cartographie des trous (ou patches) que l'ancrage crée dans l'herbier. Ainsi :

(i) l'herbier de posidonies de la baie de l'Alga est étudié à différentes saisons ;

(ii) les caractéristiques du paysage sous-marin modifié par l'ancrage de grosses unités (longueur > 20 m) devant la plage de Calvi sont étudiées.

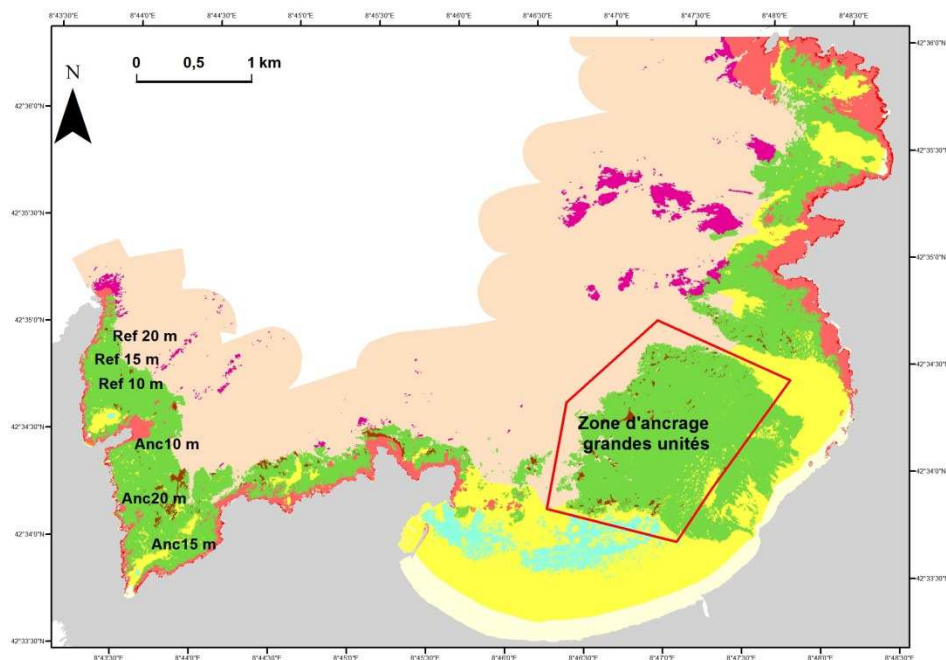
► La pression d'ancrage dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels (bleu) ainsi que les facteurs anthropiques susceptibles de les influencer (rouge), étudiés dans le cadre plus spécifique du volet pression d'ancrage.

► Le volet pression d'ancrage s'intéresse à la modification de la structure des herbiers de posidonies afin de détecter les zones où leur érosion

est susceptible d'être la plus importante et d'en comprendre la dynamique.



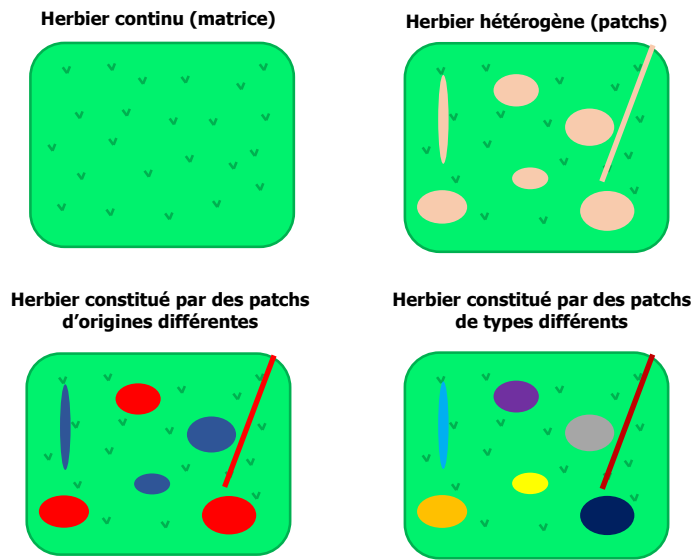
► Aux stations de références et dans la baie de l'Alga, plusieurs paramètres physiologiques et chimiques de l'herbier ont été mesurés. L'étude de la zone d'ancrage des grands unités en face de la plage de Calvi a été réalisée en utilisant une approche paysagère.

◀ Carte de la baie de Calvi montrant les points et les zones de prélèvements pour l'étude de l'ancrage

► Des outils innovants de STARECAPMED

► Les herbiers de posidonies forment de véritables paysages sous-marins, résultat de l'agencement de patches d'habitats en leur sein. Les habitats générés par des phénomènes naturels ne sont pas les seuls à participer à la structure du paysage sous-marin.

Ainsi les structures créées par les activités humaines telles que l'ancrage peuvent profondément modifier la structure et le fonctionnement des herbiers.



▲ Représentation conceptuelle de la structure des paysages sous-marins formés par les herbiers de posidonies.

► Le projet STARECAPMED a participé à la mise au point d'un indice caractérisant l'influence des activités humaines sur les paysages sous-marins.

Le « Patchiness Source Index » (PaSI ; indice de source du morcellement), permet d'évaluer l'origine (naturelle ou anthropique) du morcellement d'un herbier de posidonies à grande échelle en utilisant des cartographies de l'herbier.

Le PaSI permet donc de connaître la source du morcellement mais ne renseigne en aucun cas sur son intensité.

Sa formulation mathématique :

$$PSI = S_{NP} / (S_{NP} + S_{AP})$$

où, pour chaque site étudié, SNP est la surface en m² des patches d'origine naturelle et SAP celle des patches d'origine anthropique.

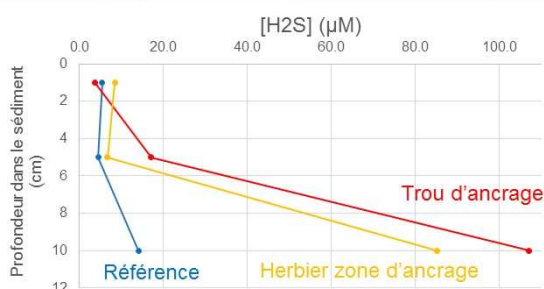
Valeur du PaSI	Description	Code couleur
0.801 - 1	Morcellement de l'herbier sous haute influence naturelle	Blue
0.601 - 0.800	Morcellement de l'herbier majoritairement sous influence naturelle	Green
0.401 - 0.600	Morcellement de l'herbier modérément sous influence anthropique	Yellow
0.201 - 0.400	Morcellement de l'herbier majoritairement sous influence anthropique	Orange
0 - 0.200	Morcellement de l'herbier sous haute influence anthropique	Red

▲ Tableau d'interprétation de la valeur du PaSI.

► Des résultats STARECAPMED marquants

Station	Densité (faisceaux/m ²)	Compacité (cm)	Déchaussement des rhizomes (cm)	Conservation Index
Ref 10	753	30	4	1.00
Ref 15	546	37	6	1.00
Ref 20	309	31	7	0.84
Anc 10	603	35	12	0.97
Anc 15	373	38	8	0.85
Anc 20	233	51	2	0.79

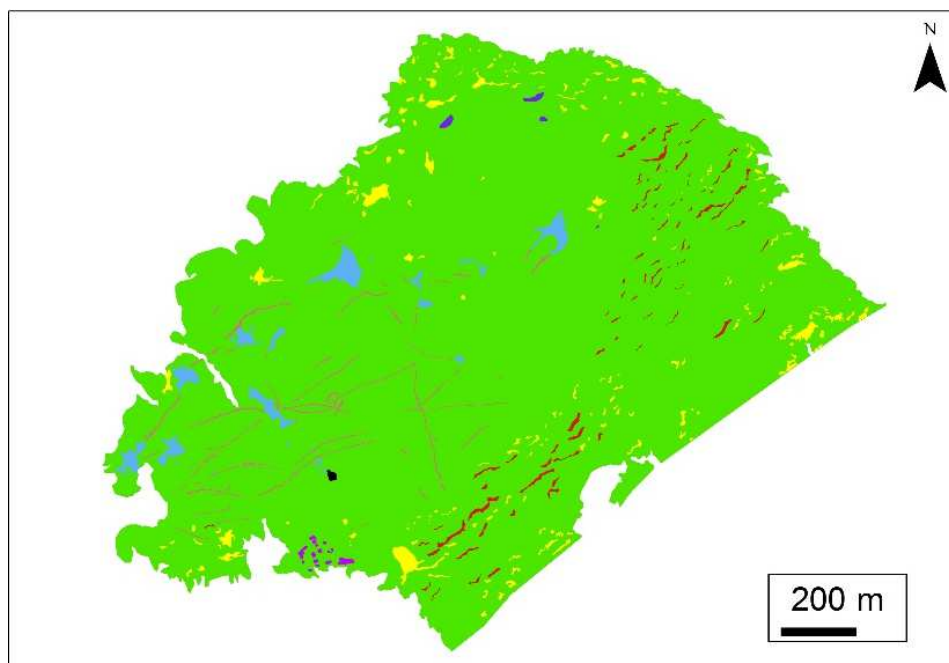
◀ Les paramètres de conservation de l'herbier classiquement utilisés dans l'étude de l'impact de l'ancrage (densité, compacité, déchaussement) ne reflète pas d'impact notable, pourtant bien présent et reflété par le Conservation Index.



◀ Les concentrations en H₂S dans le sédiment, plus importantes au niveau des stations d'ancrage (ici à 15 m), pourraient être à l'origine de l'érosion des herbiers observée.

► Dans le cas de la baie de l'Alga, les outils classiques d'étude de l'impact de l'ancrage sur les herbiers de posidonies ne reflètent pas la réalité des observations visuelles et cartographiques. Ainsi, en plus de l'arrachage purement mécanique, un

processus à long terme semble être initié par l'ancrage. Ce processus a lieu dans le sédiment et pourrait favoriser l'augmentation de la concentration en composés nocifs pour le développement de la posidonie tels que le H₂S.



◀ Cartographie des différents types de patches présents dans l'herbier de la zone d'ancrage des grandes unités. Les patches bleus sont générés par l'ancrage des navires de croisière et les sillons rouges sont la trace de leur ancre.

► Le calcul du Patchiness Source Index (PaSI) sur l'herbier situé devant la plage de Calvi donne une valeur de 0.350 dénotant un paysage sous-marin dont la structure est majoritairement influencée par l'impact des activités humaines. Ce résultat est le principal fait de l'ancrage dans l'herbier de très

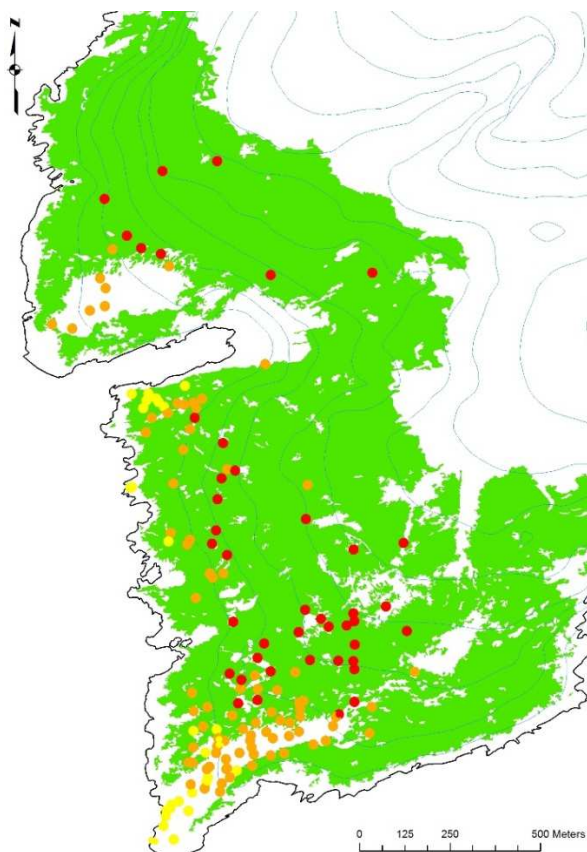
grandes unités (longueur > 50 m). Aux vues de leur taille et de la vitesse de recolonisation de l'herbier (quelques centimètres par an), les trous et sillons d'ancrage peuvent parfois avoir été créés il y a plusieurs dizaines d'années.

► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

► Les navires se positionnent à différentes profondeurs d'ancrage selon leur taille, les plus petits à faible profondeur et les plus longs à grande profondeur.

L'impact de l'ancrage à faible profondeur peut être compensé par la recolonisation de l'herbier. En revanche, les dommages causés par les navires de gros tonnage à grande profondeur surpassent largement la vitesse de croissance de l'herbier.

Le site de l'Alga est donc un site idéal pour l'étude de l'impact de toutes les classes de taille de navires de plaisance afin de développer de nouveaux outils de mesures et éclairer les politiques de gestion de cet écosystème emblématique face à la croissance exponentielle de la plaisance.



▲ Positionnement par GPS des navires dans la baie de l'Alga selon leur classe de taille (jaune : < 10 m ; orange : 10-20 m ; rouge : > 20 m). Ces données représentent la fréquentation de deux journées en haute saison.



▲ Prélèvement d'eau interstitielle dans le sédiment pour analyse de l'impact de l'ancrage sur la chimie du sédiment (© A. Abadie).

► L'indice PaSI permet d'évaluer l'influence des activités humaines sur la formation des paysages sous-marins et fournit une vision à grande échelle afin d'assister les gestionnaires dans leur prise de décisions.

► Il est montré que l'impact de l'ancrage ne se limite pas aux seuls dommages mécaniques directs. Il apparaît ainsi qu'ils induiraient une modification de la chimie du sédiment menant à la création de composés toxiques pour la posidonie.

Cette description d'un processus destructif de cet écosystème emblématique et vital pour la biodiversité des fonds côtiers de Méditerranée doit permettre la prise de conscience rapide des gestionnaires de l'espace côtier.

Bleu
Vert
Jaune
Orange
Rouge

▲ Code couleur de l'indice PaSI pour une interprétation facilitée de la structure des paysages formés par les herbiers de posidonies.





PECHE PROFESSIONNELLE

PECHE PROFESSIONNELLE

Anthony PERE, Michela PATRISSI
et Adèle ASTROU

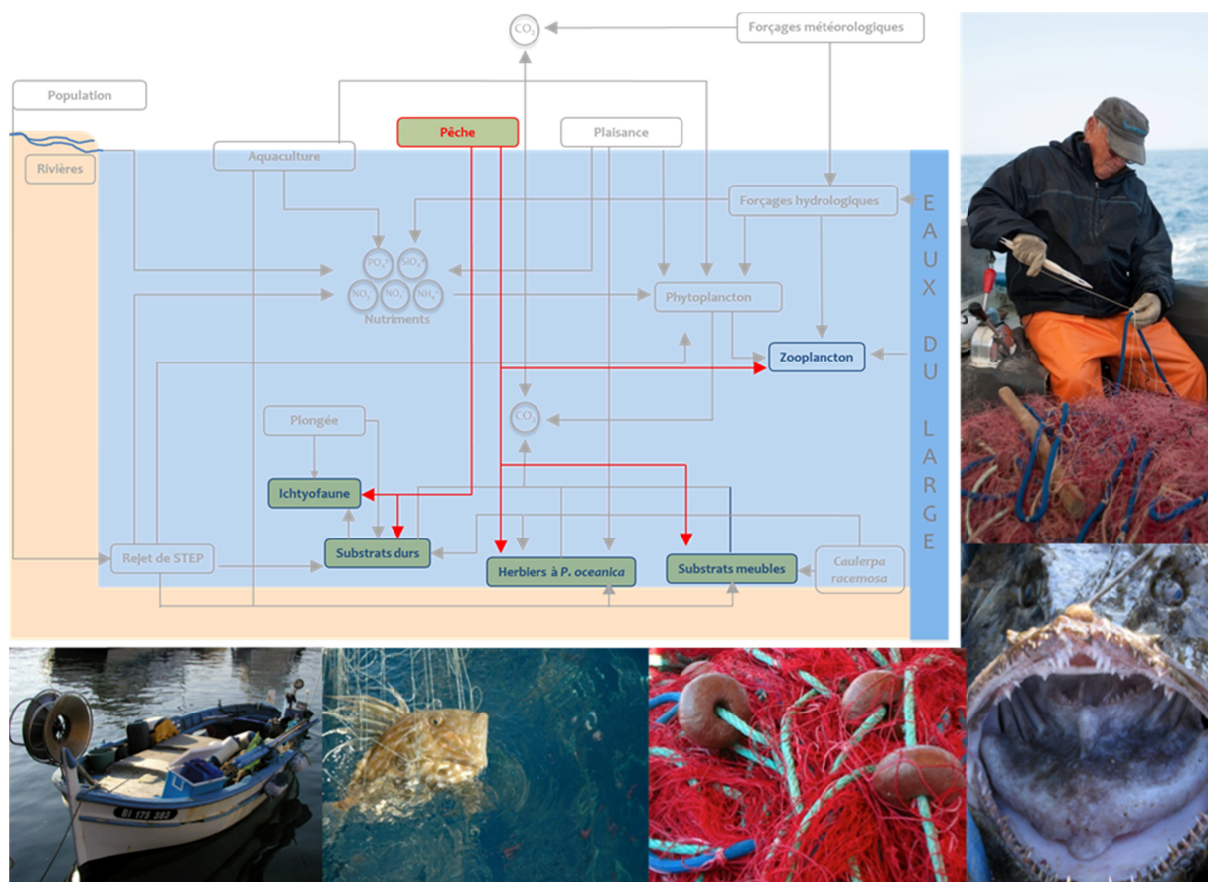
► L'exploitation des ressources halieutiques par les pêcheurs professionnels induit une diminution de la biomasse des espèces commerciales. De même, l'activité peut impacter les fonds marins. Le projet STARECAPMED est associé à un suivi de la pêche, exploitée exclusivement par des pêcheurs artisans côtiers dans la baie de Calvi et sa périphérie.

► Ce suivi présente un double objectif :

(i) un suivi de l'effort de pêche déployé par les petits métiers côtiers, en évaluant le nombre de sorties effectuées et les quantités d'engins de pêche mis à l'eau.

(ii) une estimation des espèces commerciales débarquées mais aussi des rejets.

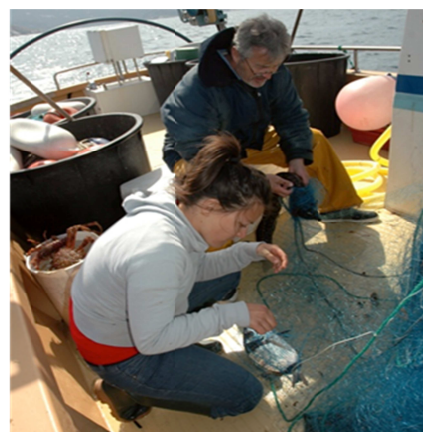
► La pêche professionnelle dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels (bleu) ainsi que les facteurs anthropiques susceptibles de les influencer (rouge), étudiés dans le cadre plus spécifique du volet pêche professionnelle (© A. Pere).

► Les données sur la pêche professionnelle acquises dans le cadre de programmes divers (suivi de la pêcherie corse avec l'OEC et la DPMA) sont couplées, dans le cadre de STARECAPMED, aux données du programme.

► L'analyse des pressions de pêche sur le site atelier STARECAPMED permet de mieux appréhender l'impact des engins de pêche sur les fonds marins.

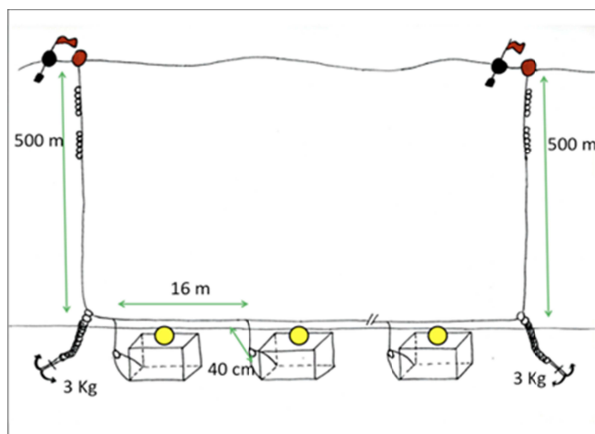


▲ Durant les embarquements, toutes les espèces capturées sont identifiées par les observateurs. De mêmes les engins de pêches sont caractérisés et quantifiés (© A. Pere).

► Des programmes innovants associés à STARECAPMED

► Dans un but de diversifier les activités halieutiques afin de réduire la pression de pêche sur les espèces traditionnellement ciblées, des essais ont été effectués afin de mieux appréhender la capturabilité de la langoustine *Nephrops norvegicus*, qui est une espèce d'importance commerciale.

Ces travaux ont été faits dans le cadre du programme Marte +.



▲ Schéma reprenant le montage de la filière de nasses à langoustines (à gauche) et filage en mer des engins de pêche (à droite) à bord du Kalliste III (© M. Patrissi - A. Pere).

► Pour cela, des engins sélectifs (*i.e.* des nasses) ont été mis à l'eau. Les appâts utilisés provenaient essentiellement des rejets des chalutiers. Enfin, les essais ont été effectués sur 3 bateaux venant des ports de Calvi et de Sant' Ambroggio.



▲ Capture d'un grand mâle de langoustine (© A. Pere).



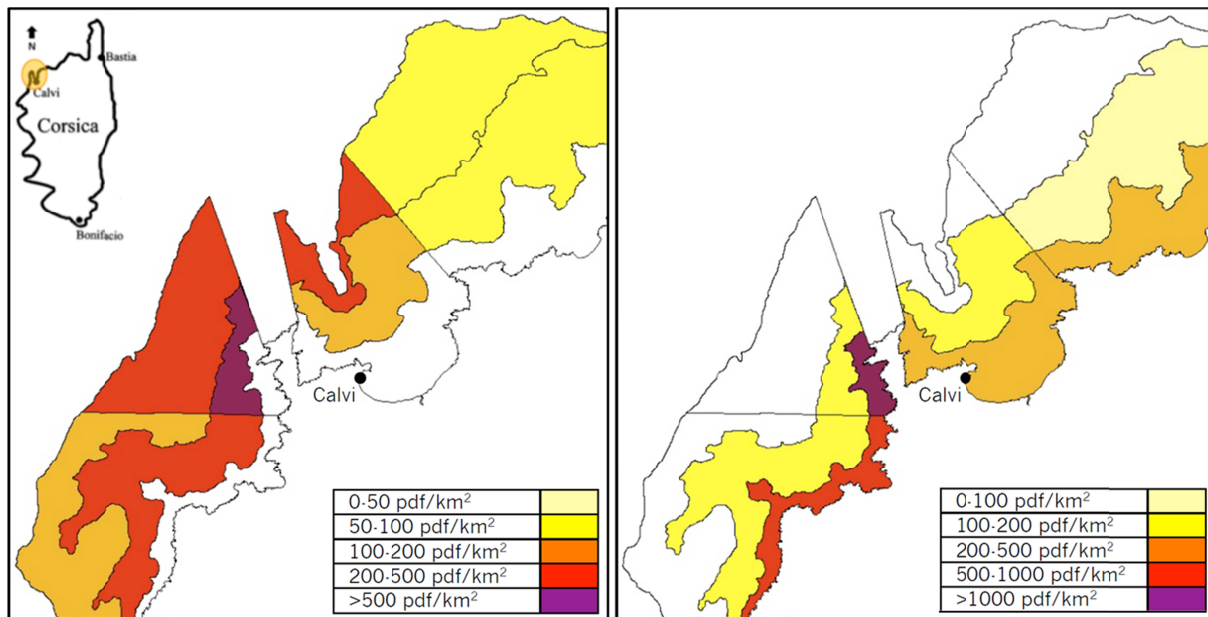
▲ Positionnement d'une nasse sur le fond et appât utilisé durant les expérimentations (© A. Abadie - A. Pere).

► Les faibles rendements obtenus laissent penser que cette pratique n'est pas une alternative souhaitable pour les pêcheurs de Balagne. Cependant, la bonne entente observée durant ce programme entre les scientifiques et les professionnels est intéressante pour de futurs travaux communs en baie de Calvi.

► Des résultats marquants

► Le suivi de l'effort de pêche réalisé durant les embarquements avec les professionnels balanins a permis de dresser les cartes portant sur l'intensité de pêche. Différents types d'engins peuvent être étudiés, comme par exemple les filets à langoustes et les filets à poissons.

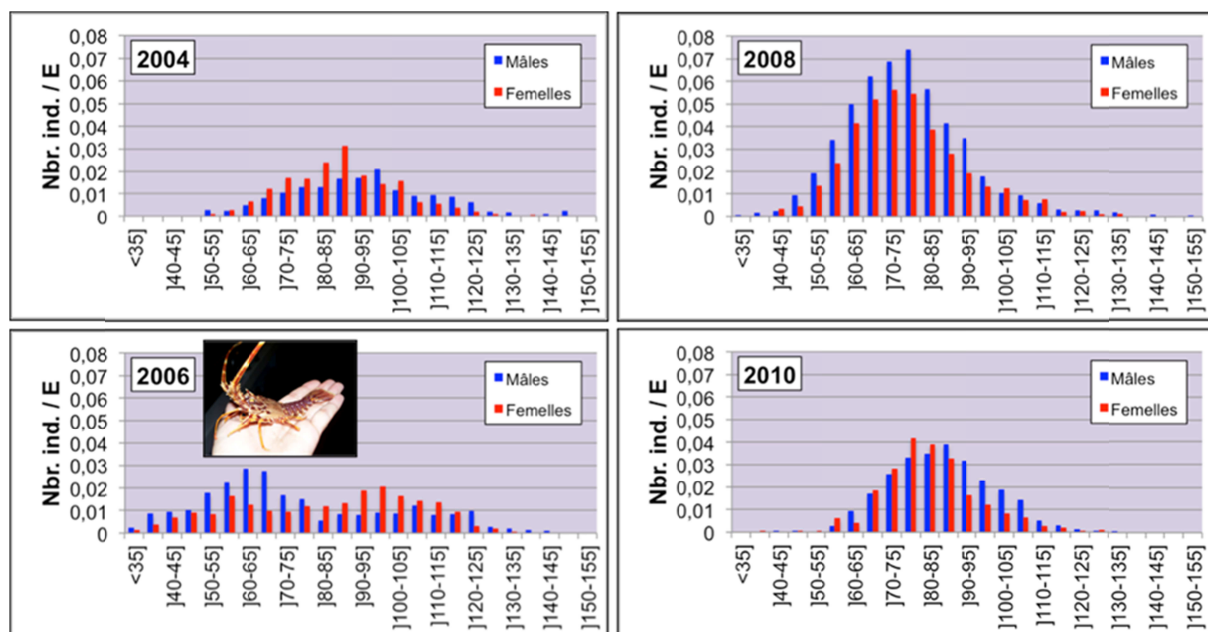
Ces analyses mettent en évidence une hétérogénéité quant à l'exploitation des zones de pêche : l'effort de pêche est important dans le golfe de Calvi, plus faible au nord en direction de l'Ile Rousse, mais très fort au sud en direction de Galeria.



▲ Intensités de pêche (en pièce de filet de 50 mètres par km²) pour les filets à langoustes (à gauche) et pour les filets à poissons (à droite) estimées pour la région calvaie (source : A. Astrou, A. Pere).

► Le suivi des captures dans l'espace et dans le temps apporte des éléments essentiels quant à l'état des populations exploitées. En outre, il permet de

mieux comprendre les événements de recrutement et offre ainsi des informations importantes sur la biologie des espèces.



▲ Evolution des structures de taille de la population de langouste (source - A Pere).

► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques



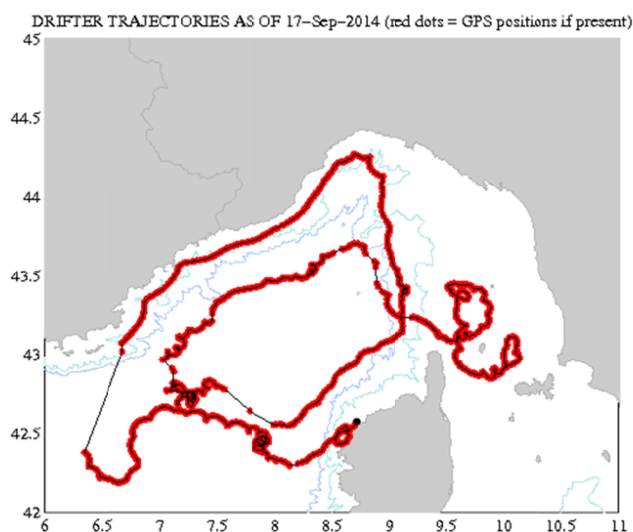
▲ Capture d'un espadon *Xiphias gladius* à la palangre dérivante (© A. Pere).

► Le couplage des données de pêche avec les données océanographiques et les données de pressions collectées dans le cadre de STARECAPMED s'attache à mieux comprendre les raisons qui ont provoqué l'érosion des ressources halieutiques en Corse.

Ce couplage peut permettre de faire la part des choses entre les conséquences de la pression halieutique de Balagne et des pressions climatiques globales ou locales sur les ressources et ainsi alimenter les politiques de gestion.



▲ Démaillage d'un denté commun *Dentex dentex* (© A. Pere).



▲ Courants de surface sur 3 mois mesurés par bouée dérivante (source : Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste).

► La gestion des ressources halieutiques doit pouvoir s'envisager à l'échelle du bassin occidental de la Méditerranée car la dérive larvaire induit souvent des stocks communs.

Les données halieutiques couplées aux données océanographiques et planctoniques, régulièrement récoltées dans le cadre de STARECAPMED, doivent permettre de mieux appréhender la connectivité des populations.

Dans ce cadre, des collaborations avec divers spécialistes méditerranéens sont réalisées grâce à STARECAPMED.





RECRUTEMENT DE *PALINURUS ELEPHAS*

Corinne PELAPRAT et Anthony PERE

RECRUTEMENT DE *PALINURUS ELEPHAS*

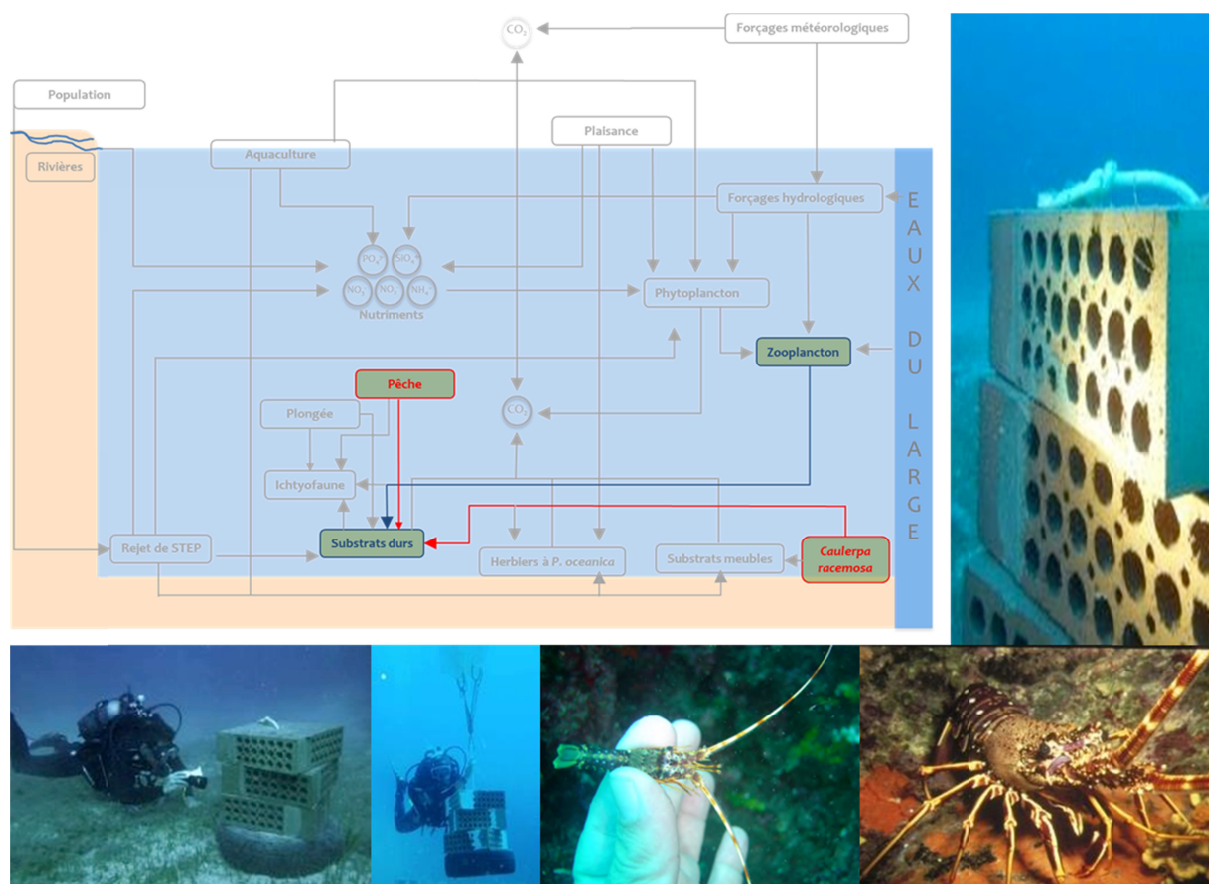
► La langouste rouge *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) est une espèce commercialement exploitée à forte valeur ajoutée et, à ce titre, une des ressources halieutiques majeures de Corse. Le stock de langoustes rouges fait l'objet de suivis mis en place par STARESO depuis plus de 10 ans, et les travaux récents montrent que ce stock est actuellement en déclin.

Dans STARECAPMED, cette espèce devient l'exemple permettant d'améliorer les connaissances des processus de recrutement qui sont cruciaux pour le renouvellement des espèces en danger ou surexploitées.

► Le suivi mis en place dans le cadre de STARECAPMED se décompose en deux parties :

- (i) le suivi en milieu naturel d'individus nouvellement recrutés ;
- (ii) le suivi d'individus recrutés au sein de collecteurs artificiels.

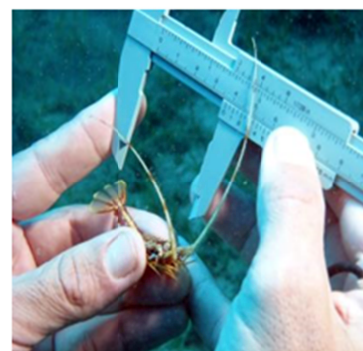
► Le recrutement en milieu naturel de *Palinurus elephas* dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels (bleu) ainsi que les facteurs anthropiques susceptibles de les influencer (rouge), étudiés dans le cadre plus spécifique du volet recrutement de *Palinurus elephas*.

► Afin de pouvoir effectuer des comparaisons avec les données récoltées en Espagne, un protocole similaire a été utilisé. Sur chacun des 3 sites naturels identifiés, plusieurs comptages de 10 minutes sont réalisés (temps réel de comptage).

Durant les comptages, le plongeur avance lentement, comptabilise les jeunes langoustes présentes et mesure différents paramètres (longueur des antennes, du cephalothorax, etc.).

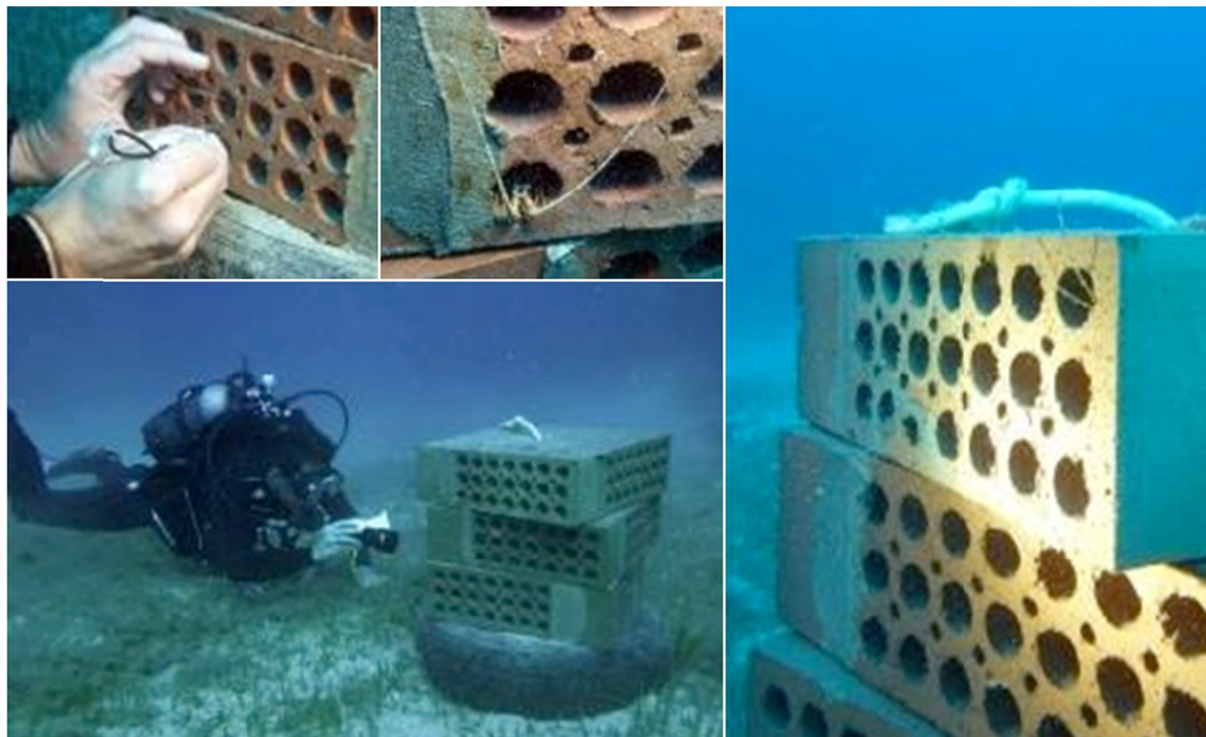
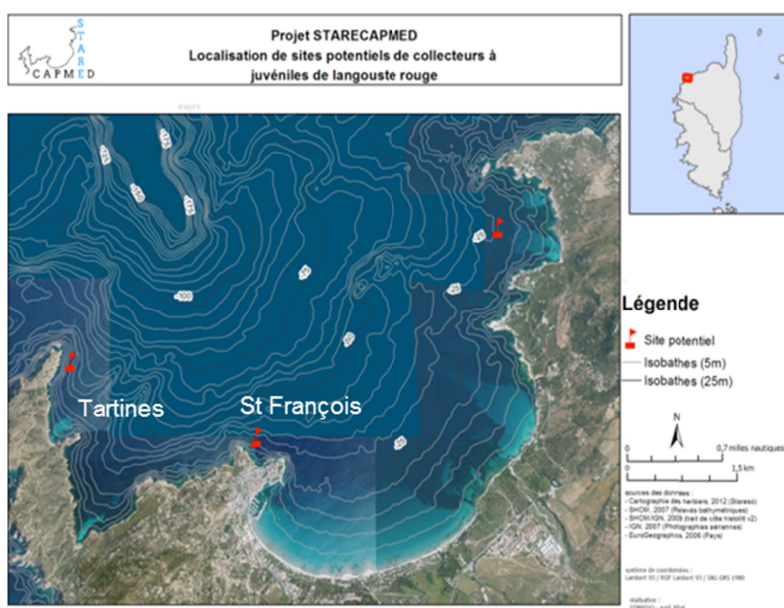


▲ Recrutement de *Palinurus elephas* en milieu naturel - Comptage et mesure des différents paramètres enregistrés dans le cadre de STARECAPMED.

► Des outils innovants de STARECAPMED

► Pour compléter les données acquises en milieu naturel, des collecteurs artificiels ont été réalisés sur le modèle de ceux utilisés en Espagne. Deux sites d'implantation ont été sélectionnés avec, pour chacun d'eux, 12 collecteurs positionnés en croix.

Chacun de ces sites d'implantation est régulièrement suivi de juin à septembre afin de comptabiliser et mesurer, tout comme en milieu naturel, les juvéniles de langouste.



▲ Suivi des juvéniles de langouste au niveau des collecteurs artificiels positionnés dans la baie de Calvi.

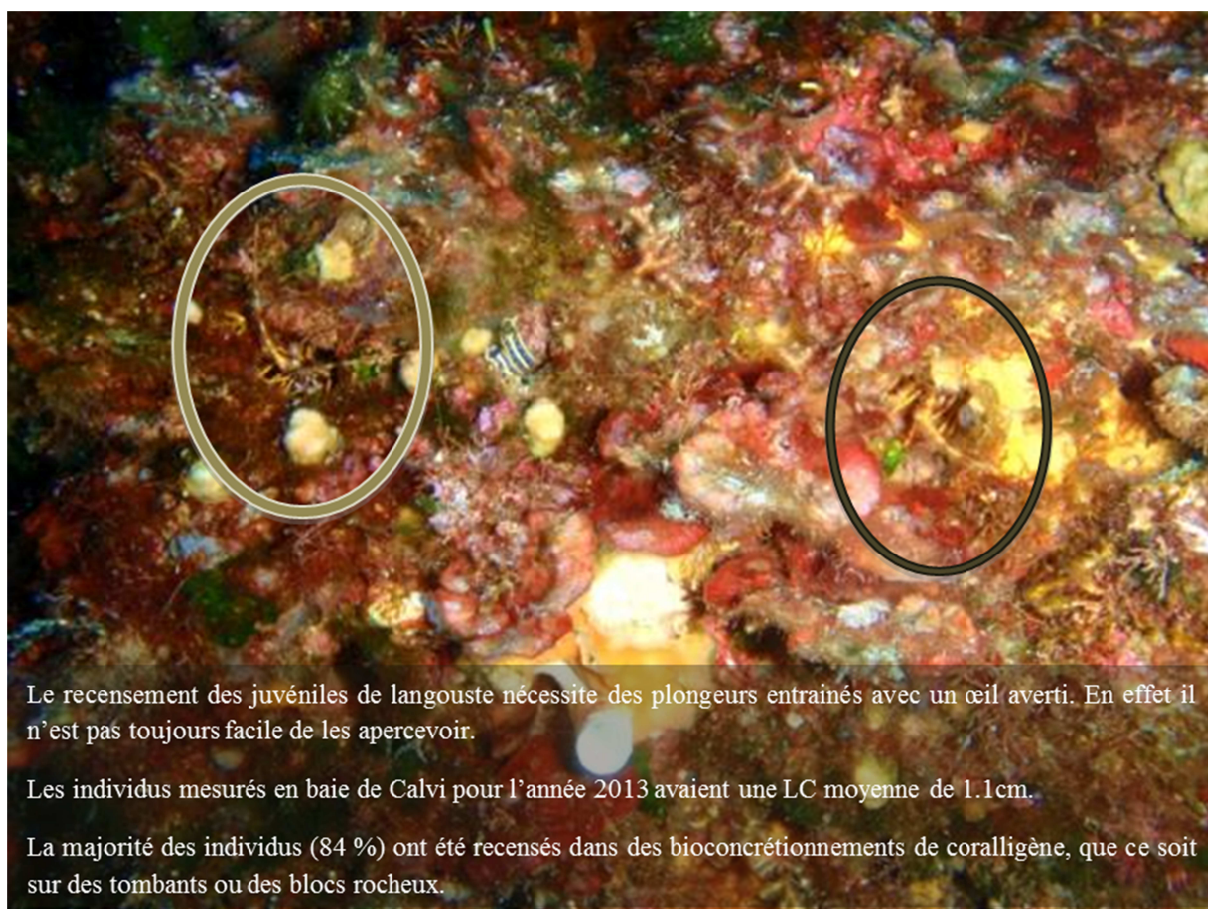
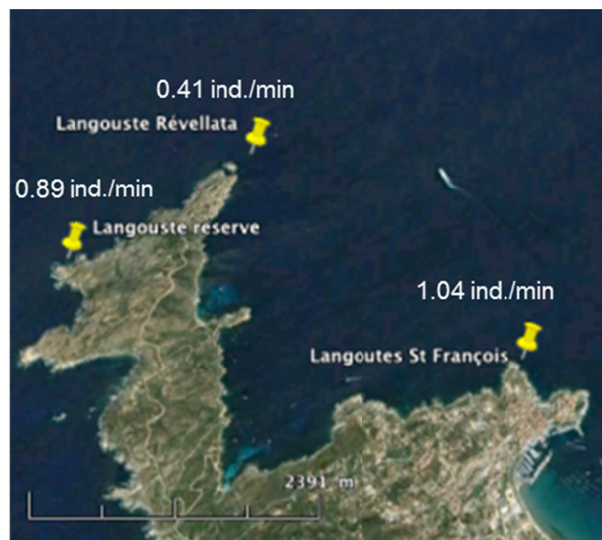
► Des résultats STARECAPMED marquants

► L'année 2012 avait essentiellement été consacrée à la recherche de sites propices au recrutement.

En 2013 (de juin à septembre), sur 426 minutes de recensement, 41 langoustes juvéniles ont été observées.

En 2014, que ce soit en milieu naturel où sur les collecteurs, aucun juvénile n'a été recensé.

► Densités moyennes (nombre d'individus / minute de comptage) de juvéniles de langouste rouge *Palinurus elephas* observées sur chacun des sites de recensement pour l'été 2013.



Le recensement des juvéniles de langouste nécessite des plongeurs entraînés avec un œil averti. En effet il n'est pas toujours facile de les apercevoir.

Les individus mesurés en baie de Calvi pour l'année 2013 avaient une LC moyenne de 1.1cm.

La majorité des individus (84 %) ont été recensés dans des bioconcrétionnements de coralligène, que ce soit sur des tombants ou des blocs rocheux.

► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

► La poursuite de ce suivi sur le long terme doit permettre de définir l'influence sur le recrutement de facteurs océanographiques tels que la température de l'eau, les conditions météorologiques qui sont par ailleurs monitorées de manière exhaustive dans l'atelier STARECAPMED ... et au final celle des changements climatiques.



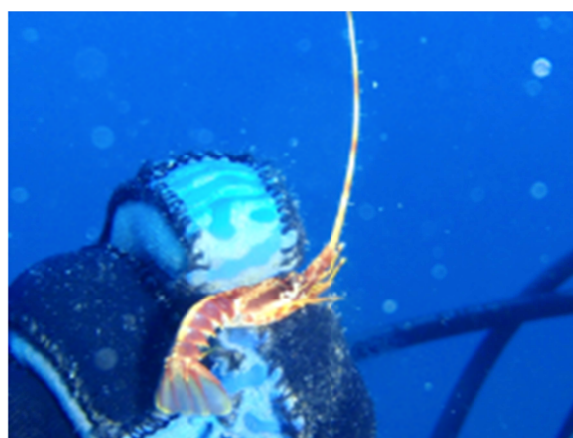
▲ Juvénile de langouste sur une éponge encroûtante.



▲ Juvénile de langouste dans une anfractuosité de roche coralligène.

► Le croisement des données de recrutement avec celles acquises sur les structures de populations de langoustes dans le cadre du suivi de la pêche en Corse doit permettre de faire la part des choses entre pressions halieutiques et pressions climatiques.

► Ainsi, le suivi des juvéniles de langouste pourrait permettre au final d'effectuer une estimation des tendances évolutives des stocks et orienter les politiques de gestion des ressources halieutiques.



▲ Juvénile de langouste évoluant en pleine eau.





EFFET RESERVE

VARIATION DE L'EFFET RESERVE DANS LE CANTONNEMENT DE PECHE DE CALVI

Corinne PELAPRAT et Arnaud ABADIE

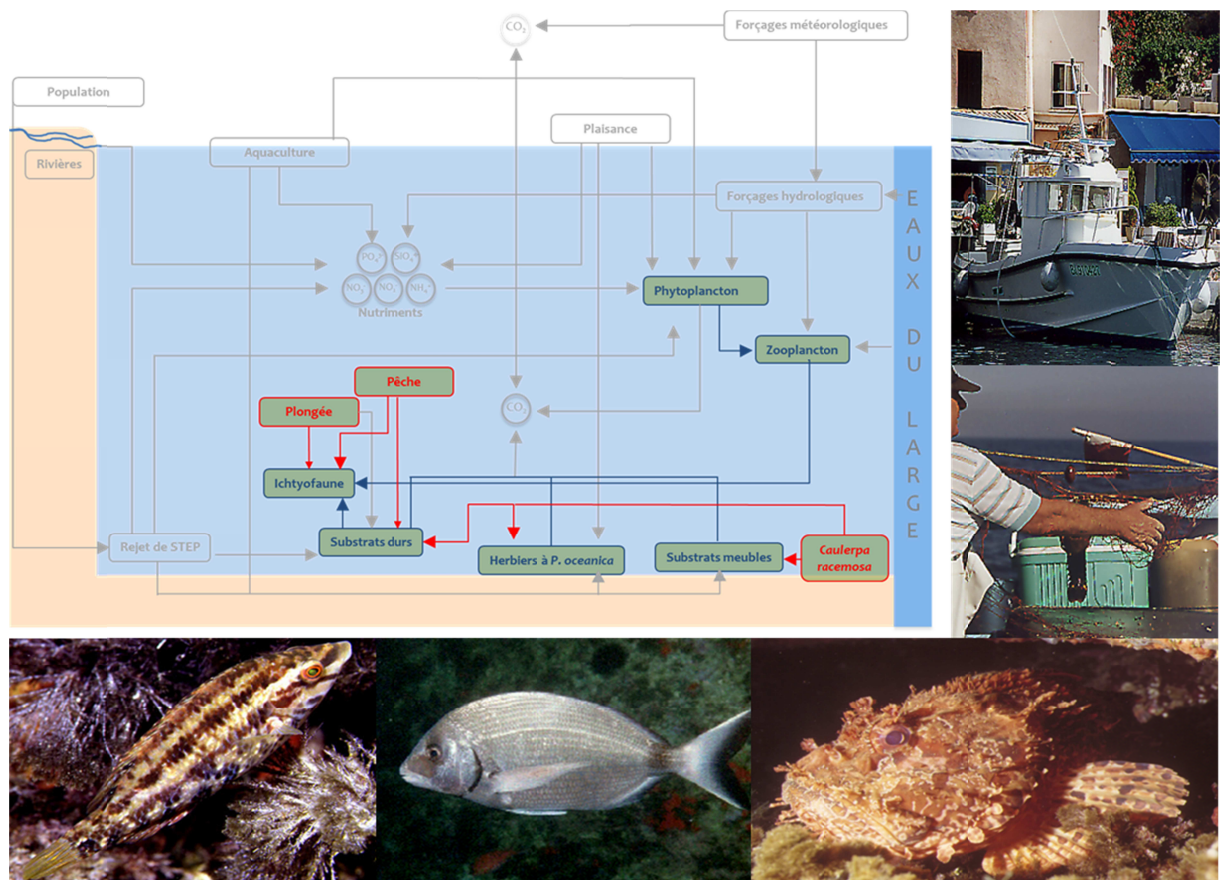
► La mise en place d'aires marines protégées est aujourd'hui un des outils les plus couramment utilisés dans le cadre d'une approche écosystémique de la gestion des pêches et de la conservation de la biodiversité. Certaines réserves apparaissent également comme un moyen d'augmenter la résistance des peuplements face aux impacts climatiques.

► Le suivi mis en place dans le cadre de STARECAPMED vise à :

(i) vérifier si 14 ans après les dernières mesures réalisées par STARESO dans le cantonnement de pêche de Calvi, l'effet réserve est toujours présent et identique;

(ii) identifier et différencier dans leur évolution temporelle les modifications qui sont dues aux mesures de protection à proprement parler de celles qui sont dues aux changements climatiques.

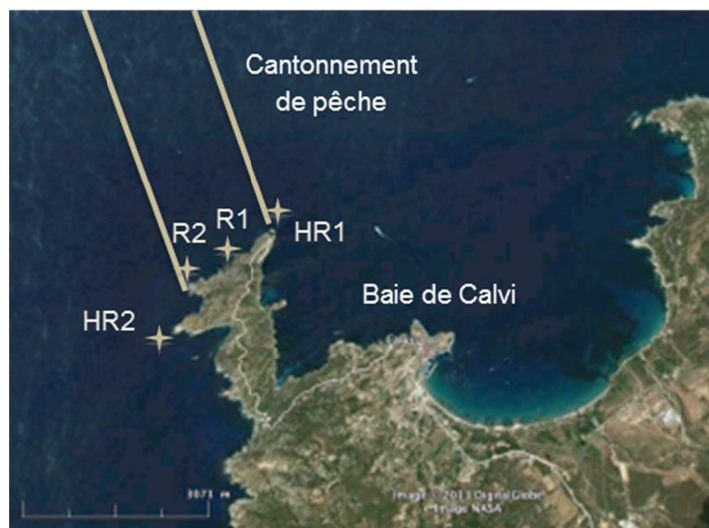
► L'effet réserve dans STARECAPMED



▲ Schéma conceptuel reprenant les principaux processus naturels (bleu) ainsi que les facteurs anthropiques susceptibles de les influencer (rouge), étudiés dans le cadre plus spécifique du volet effet réserve.

► La mesure de l'effet réserve dans le cantonnement de pêche de Calvi porte sur la comparaison des densités, biomasses et tailles des

individus d'une liste de 18 espèces cibles en comparaison à celles de 6 espèces de petite taille.



► Pour rendre la comparaison possible, la méthodologie est celle utilisée par STARESO dans les années 90. Deux stations dans le cantonnement de pêche (R) et deux stations situées de part et d'autre de ce dernier (HR ; homogénéité des habitats entre R/HR vérifiée dès les années 90) sont échantillonnées en période estivale à deux profondeurs (8-12 m et 25-30 m) par la méthode non destructive du comptage visuel sur transect (100 m x 10 m).

◀ Carte de la baie de Calvi montrant les stations d'échantillonnage dans le cantonnement de pêche (R) et en dehors (HR).

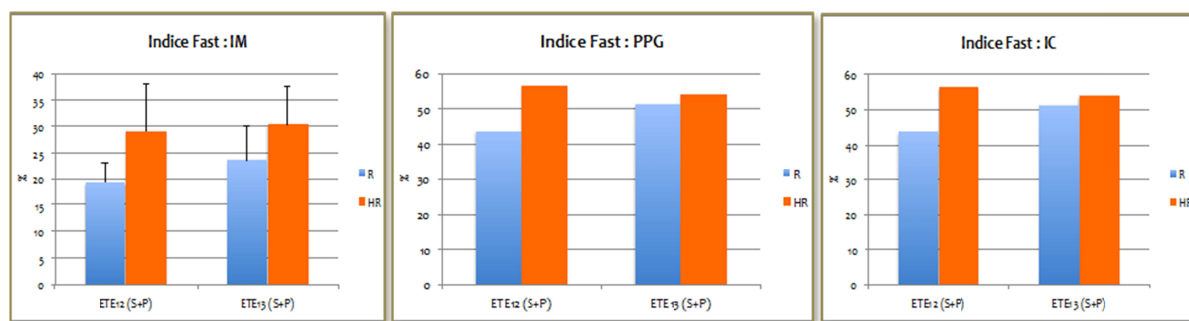
► Des outils innovants de STARECAPMED

► La technique du comptage visuel sur transect utilisée par STARESO dans les années 90 nécessite un temps de plongée important et exige de la part du plongeur biologiste un entraînement régulier pour estimer la taille des individus comptabilisés.

Aujourd'hui une technique de comptage visuelle beaucoup moins exigeante basée sur l'indice FAST est largement utilisée dans les réserves marines.

► La comparaison de ces deux techniques devrait permettre de déterminer quelle est la plus efficace pour mettre en valeur l'effet réserve du

cantonement de pêche de Calvi et ainsi déterminer celle qui sera utilisée pour la poursuite de l'étude.



▲ Valeurs des indices utilisés dans le cadre du FAST ; IM : indice moyen ; PPG : proportion des individus de grande taille ; IC : indice cumulé (valeurs calculées sur les données enregistrées en zone profonde (P, 25-30 m) et en zone superficielle (S, 8-12 m)).

► Si l'indice FAST a déjà montré son efficacité pour mettre en évidence l'existence d'un effet réserve, son utilisation dans le cantonnement de pêche de Calvi indique une qualité écologique de

peuplement plus élevée dans les zones de pêche qu'au sein du cantonnement de pêche de Calvi (IM, IC et PPG HR > R), ce qui n'est pas montré par la méthode plus précise des transects permanents.

Aujourd'hui, l'effet réserve du cantonnement de pêche de Calvi ne semble pas suffisant pour être mis en évidence par l'indice FAST.

Des modifications de cet indice seront envisagées dans STARECAPMED afin de l'adapter aux situations d'effet réserve faible.



▲ Espèce cible (*Sciaenops ocellatus*) prise en compte dans les deux techniques de comptage.

► Des résultats STARECAPMED marquants

► L'effet réserve dans le cantonnement de pêche de Calvi diminue depuis 1994 avec la disparition :

- des densités plus élevées d'espèces cibles ;
- du % de grands individus supérieur en profondeur ;
- de la proportion plus importante dans la réserve des grands individus de *Serranus cabrilla* (SCI) et *Coris julis* (CJI) ;
- de l'influence positive sur la présence de la langouste rouge *Palinurus elephas*.



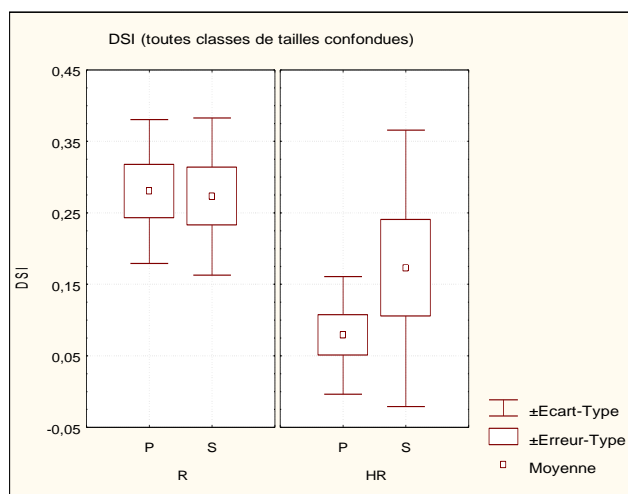
▲ Chapon.

► L'effet réserve dans le cantonnement de pêche de Calvi perdure depuis 1994 avec le maintien :

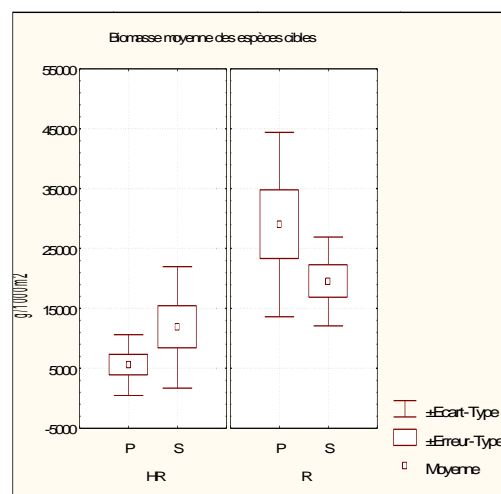
- de la biomasse plus importante d'espèces cibles ;
- du DSI (proportion des espèces du genre *Diplodus* / au genre *Symphodus*) plus élevé.



▲ Murène.



▲ DSI moyen (*Diplodus Symphodus Index*) dans chacun des sites d'étude (HR : hors réserve ; R : réserve ; P : zone profonde, 25-30 m ; S : zone superficielle, 8-12 m) - Été 2012-2013.



▲ Biomasse moyenne des espèces cibles dans chacun des sites d'étude (HR : hors réserve ; R : réserve ; P : zone profonde, 25-30 m ; S : zone superficielle, 8-12 m) - Été 2012-2013.

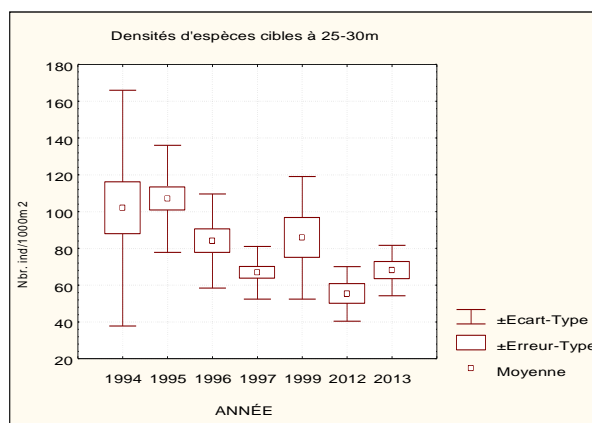
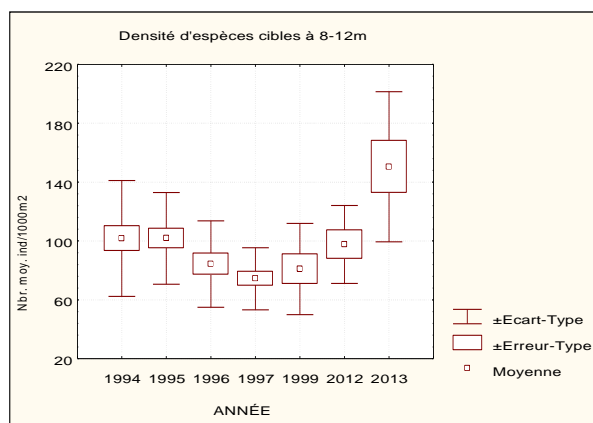
► La comparaison des mesures dans et hors réserve sur le long terme montre que le facteur protection ne paraît pas influencer les paramètres liés aux variations temporelles des densités et biomasses d'espèces cibles.

Depuis 1994 et indépendamment de l'effet réserve on observe :

- une stabilisation de la richesse spécifique partout ;
- une augmentation des densités et biomasses d'espèces cibles dans la zone de faible profondeur partout en 2013 ;
- une diminution progressive des densités d'espèces cibles dans la zone profonde partout, avec une valeur minimale en 2012.



▲ Chapon.



▲ Evolution temporelle des densités moyennes d'espèces cibles à 8-12 m (zone superficielle) et 25-30 m (zone profonde).

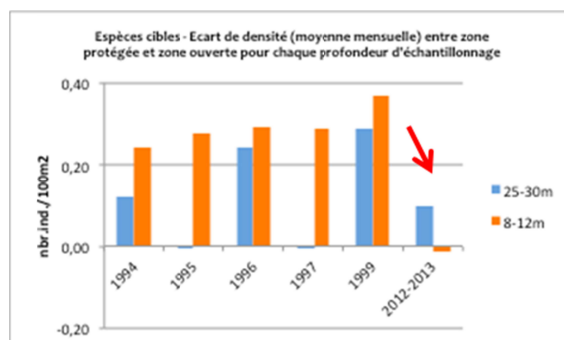
► Des livrables STARECAPMED pour les politiques publiques

► Les gestionnaires et les pêcheurs s'interrogent sur la pertinence des investissements en matière de protection de l'environnement.

Le suivi réalisé grâce à STARECAPMED a mis en avant, depuis 1994, la diminution de l'effet réserve au sein du cantonnement de pêche de Calvi.

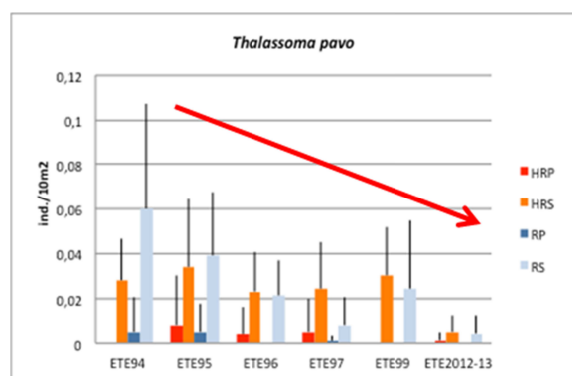
Ce résultat doit interroger les gestionnaires et les scientifiques sur les causes de cette situation : mauvaise gestion du cantonnement ou effets exogènes (changements climatiques) ?

La poursuite de STARECAPMED devrait permettre d'apporter des réponses aux gestionnaires sur l'utilité des cantonnements de pêche sous leur forme actuelle en tant que réserves halieutiques.



▲ Evolution temporelle de l'écart de densité d'espèces cibles entre la zone protégée et la zone ouverte pour chacune des profondeurs échantillonnées (zone profonde, 25-30 m ; zone superficielle, 8-12 m).

► Les gestionnaires doivent être informés de l'efficacité de leurs investissements dans la protection et faire la part des choses entre résultats de leurs politiques et évolutions dues à des facteurs exogènes.



▲ Densités estivales moyennes de *Thalassoma pavo* dans la réserve (R) et en dehors (HR) aux deux profondeurs d'échantillonnage (P : zone profonde, 25-30 m ; S : zone superficielle, 8-12 m).

La comparaison des données acquises dans le cadre de STARECAPMED avec les données du long terme (1994 à 1999) constitue un outil d'aide à la décision important en analysant les liens de cause à effet intervenant dans les variations de certains paramètres, constatées dans comme en dehors du cantonnement de pêche.

Ainsi, quelle est la signification de la diminution des densités globales de l'espèce *Thalassoma pavo**, dans la mesure où l'élargissement de l'aire de répartition de cette espèce thermophile était attribuée au réchauffement climatique (PNUE-PAM-CAR/ASP) ?

* espèce signalée pour la première fois en Corse en 1988.



BASE DE DONNEES RACE

BASE DE DONNEES RACE

Marc BINARD et Jonathan RICHIR

► Générant de très grandes quantités de données physico-chimiques, notamment par les récoltes automatisées, le programme STARECAPMED alimente une base de données (BD) appelée RACE dédiée au stockage, à la sauvegarde et au partage des données recueillies.

► Toutes les informations décrivant les données (*i.e.* métadonnées) sont renseignées et permettent de connaître à tout moment quel a été le type de sonde utilisée, à quel moment, à quelle fréquence, à quels endroits, par quels utilisateurs, etc.

► Développement de la BD RACE et requêtes

► La BD RACE est développée avec les outils Open Source PostgreSQL et PostGIS. Elle est interrogeable via Internet, et les trois grands types

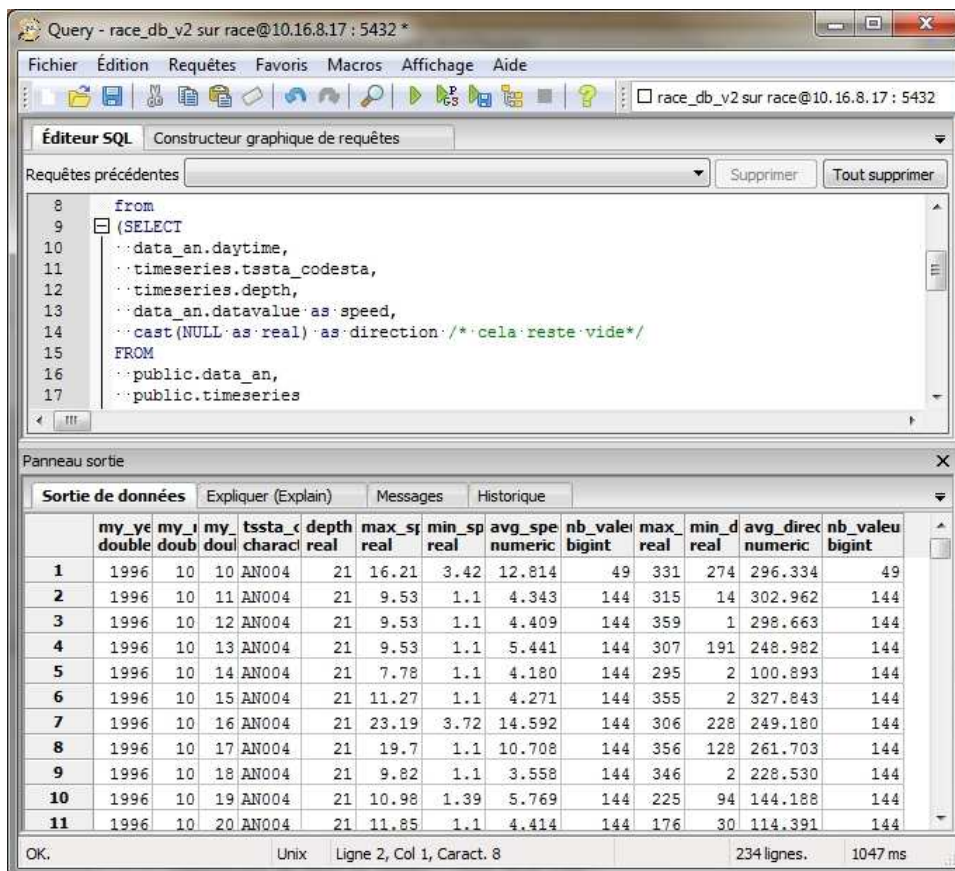
de logiciels Open Source : pgAdmin, PostGIS et R, rendent possible son exploitation sous forme de tableaux, de cartes ou de graphiques.



► pgAdmin permet de mettre au point des requêtes SQL via une interface graphique qui engendrent un résultat sous forme de tableau. Celui-ci peut être retravaillé si nécessaire avec un tableur.

pgAdmin est un programme développé par une communauté d'experts PostgreSQL à travers le monde et est disponible dans plus d'une douzaine de langues. La dernière version 1.20.0 de pgAdmin est téléchargeable depuis l'url <http://www.pgadmin.org/>.

► Une collection de requêtes SQL standards est mise à disposition dans la BD RACE, ces requêtes pouvant être « rejouées » au fur et à mesure des mises à jour de la BD.



The screenshot shows the pgAdmin interface with a SQL query editor and a results pane. The query is as follows:

```

8  from
9  (SELECT
10   ..data_an.daytime,
11   ..timeseries.tssta_codesta,
12   ..timeseries.depth,
13   ..data_an.datavalue as speed,
14   ..cast(NULL as real) as direction /* cela reste vide */
15  FROM
16   ..public.data_an,
17   ..public.timeseries

```

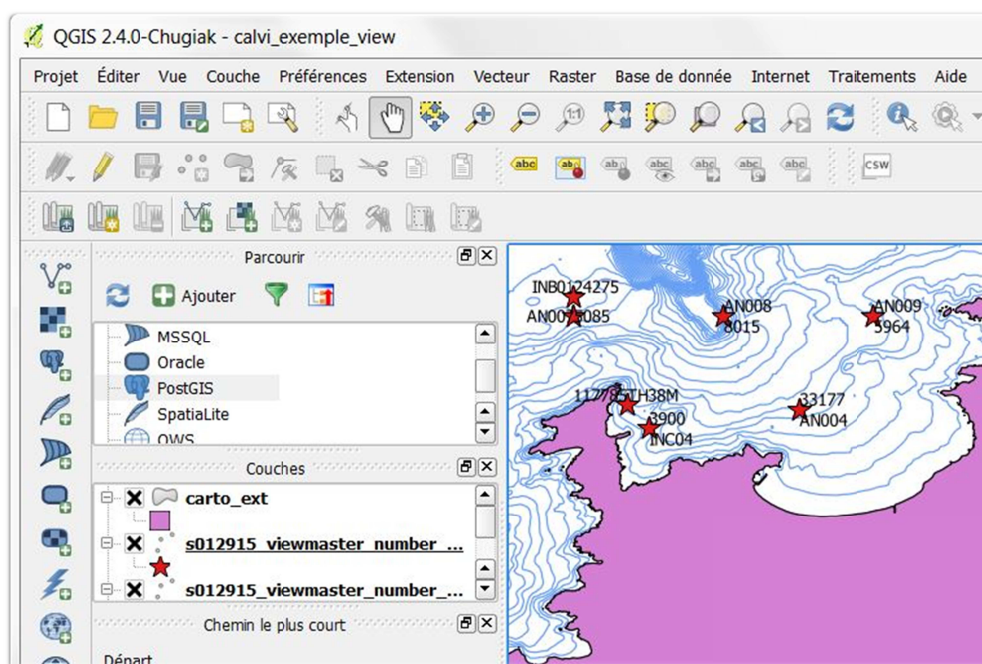
The results pane displays a table with 14 columns and 11 rows of data. The columns are: my_ye, my_double, my_double, tssta_c, depth, max_sp, min_sp, avg_spe, nb_vale, max_real, min_real, avg_direc, nb_valeu, and nb_valeu. The data is as follows:

	my_ye	my_double	my_double	tssta_c	depth	max_sp	min_sp	avg_spe	nb_vale	max_real	min_real	avg_direc	nb_valeu	nb_valeu
1	1996	10	10	AN004	21	16.21	3.42	12.814	49	331	274	296.334	49	
2	1996	10	11	AN004	21	9.53	1.1	4.343	144	315	14	302.962	144	
3	1996	10	12	AN004	21	9.53	1.1	4.409	144	359	1	298.663	144	
4	1996	10	13	AN004	21	9.53	1.1	5.441	144	307	191	248.982	144	
5	1996	10	14	AN004	21	7.78	1.1	4.180	144	295	2	100.893	144	
6	1996	10	15	AN004	21	11.27	1.1	4.271	144	355	2	327.843	144	
7	1996	10	16	AN004	21	23.19	3.72	14.592	144	306	228	249.180	144	
8	1996	10	17	AN004	21	19.7	1.1	10.708	144	356	128	261.703	144	
9	1996	10	18	AN004	21	9.82	1.1	3.558	144	346	2	228.530	144	
10	1996	10	19	AN004	21	10.98	1.39	5.769	144	225	94	144.188	144	
11	1996	10	20	AN004	21	11.85	1.1	4.414	144	176	30	114.391	144	

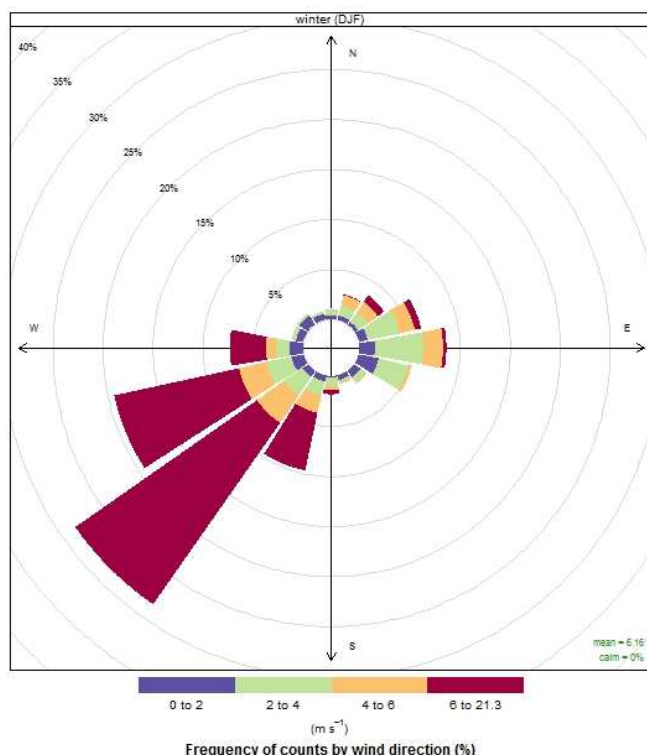
▲ Exemple d'une requête SQL dans la fenêtre du haut et du tableau de résultats qui en découle dans la fenêtre du bas.

► Bien plus que des séries de chiffres

► La cartouche spatiale de PostGIS, téléchargeable depuis l'url <http://postgis.net/>, permet de stocker dans la BD la position des stations mais aussi des informations telles que les isobathes ou le trait de côte. L'exemple ci-dessous résulte d'une requête formulée sous forme de « vue » aisément exploitable par exemple dans le SIG Open Source QGIS.



▲ Nombre de mesures de courant disponibles dans la BD RACE pour différentes stations en baie de Calvi.



► « R » est un logiciel Open Source de traitement statistique, téléchargeable depuis l'url <http://www.r-project.org/>. Mais il offre également des possibilités graphiques intéressantes.

L'exemple ci-contre résulte d'une requête dans la BD RACE permettant de récupérer 1 000 couples de mesures de vitesse et de direction de vent de février 2014 au mât météo de la station « INSJD ».

◀ Rose des vents du mois de février 2014 en baie de Calvi, obtenue par une requête dans la BD RACE.



Publications dans le cadre et en collaboration avec STARECAPMED, depuis son initiation en 2012

Le lecteur trouvera ci-après la liste non-exhaustive des différents travaux publiés issus des recherches réalisées dans le cadre et/ou en collaboration plus ou moins étroite avec STARECAPMED. Les travaux sont regroupés par ordre alphabétique, selon leur catégorie de publication:

- articles « peer reviewed » publiés dans des journaux indexés (pdf en annexes) ;
- articles en preparation ;
- livres ou chapitres de livres ;
- communications à des congrès scientifiques internationaux ;
- conférences scientifiques dans des Universités ou Centre de Recherches ;
- rapports de programmes scientifiques (pdf des rapports STARECAPMED 2012 et 2013 en annexes) ;
- articles scientifiques de vulgarisation ;
- thèses de doctorat (pdf en annexes) ;
- Mémoires de master et rapports de stage (pdf en annexes).

Les lecteurs sont invités à consulter la digithèque ORBI de l'Université de Liège, Belgique, où la majeure partie des documents listés se trouve archivée: <http://orbi.ulg.ac.be/>.

Articles « peer reviewed » publiés dans des journaux indexés

- Abadie A., Gobert S., Bonacorsi M., Lejeune P., Pergent G., & Pergent-Martini C. (2015). Marine space ecology and seagrasses. Does patch type matter in *Posidonia oceanica* seascapes?, *Ecological Indicators*, 57, 435–446.
- Borges A.V. & Champenois, W. (in press) Seasonal and spatial variability of dimethylsulfoniopropionate (DMS) in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Aquatic Botany* 125, 72-79.
- Champenois W., & Borges, A.V. (2012) Seasonal and inter-annual variations of community metabolism rates of a *Posidonia oceanica* seagrass meadow, *Limnology and Oceanography*, 57(1), 347-361.
- Collignon A., Hecq J.-H., Galgani F., Collard F., Goffart A. (2014). Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean - Corsica). *Marine Pollution Bulletin*, 79, 293-298.
- Collignon A., Hecq J.-H., Galgani F., Voisin P., Collard F., Goffart A. (2012). Neustonic microplastic and zooplankton in the northwestern Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 861-864.
- Donnay, A., Pelaprat, C., Lejeune, P., & Gobert, S. (2013). An adapted staining-destaining method to sort soft-bottom macrobenthos mixed with *Posidonia oceanica* fibers. *Mediterranean Marine Science*, 14(1), 92-94.
- Felisberto, P., Jesus, S. M., Zabel, F., Santos, R., Silva, J., Gobert, S., Beer, S., Björk, M., Mazzuca, S., Procaccini, G., Runcie, J. W., Champenois, W., & Borges, A. (2015). Acoustic monitoring of O₂ production of a seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 464(0), 75-87.
- Garrido M., Koeck B., Goffart A., Collignon A., Hecq J.-H., Agostini S., Marchand B., Lejeune P., Pasqualini V. (2014). Contrasting patterns of phytoplankton communities in two coastal ecosystems in relation to environmental factors (Corsica, NW Mediterranean Sea). *Diversity*, 6, 296-322.
- Giakoumi, S., Halpern, B. S., Michel, L., Gobert, S., Sini, M., Boudouresque, C.-F., Gambi, M.-C.,

- Katsanevakis, S., Lejeune, P., Montefalcone, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Sanchez-Jerez, P., Velimirov, B., Vizzini, S., Abadie, A., Coll, M., Guidetti, P., Micheli, F., & Possingham, H. P. (2015). Towards a framework for assessment and management of cumulative human impacts on marine food webs. *Conservation Biology*, 0, 1-7.
- Goffart, A., Hecq, J.-H., & Legendre, L. (2015). Drivers of phytoplankton bloom in the well-preserved Bay of Calvi (NW Mediterranean): Results from a long-term study (1979-2011). *Progress in Oceanography*, x, xxx-xxx. Supplementary material available at <http://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.832874>.
- Lepoint, G., Balancier, B., & Gobert, S. (2014). Seasonal and depth-related biodiversity of leaf epiphytic Cheilostome Bryozoa in a Mediterranean *Posidonia oceanica* meadow. *Cahiers de Biologie Marine*, 55, 57-67.
- Lepoint, G., Mouchette, O., Pelaprat, C., & Gobert, S. (2014). An ecological study of *Electra posidoniae* Gautier, 1954 (Cheilostomata, Anasca), a bryozoan epiphyte solely found on the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813. *Belgian Journal of Zoology*, 144(1), 51-63.
- Levin L.A., Liu K.-K., Kay-Christian E., Breitburg D.L., Cloern J., Deutsch C., Giani M., Goffart A., Hofmann E.E., Lachkar Z., Limburg K., Liu S.-M., Montes E., Naqvi W., Ragueneau O., Rabouille C., Kumar Sarkar S., Swaney D. P., Wassman P., & Wishner K. F. (2015). Comparative biogeochemistry-ecosystem-human interactions on dynamic continental margins. *Journal of Marine Systems*, 141, 3-17.
- Luy, N., Gobert, S., Sartoretto, S., Biondo, R., Bouqueneau, J.-M., & Richir, J. (2012). Chemical contamination along the Mediterranean French coast using *Posidonia oceanica* (L.) Delile above-ground tissues: a multiple trace element study. *Ecological Indicators*, 18, 269-277.
- Mascart, T., Agosto, L., Lepoint, G., Remy, F., & De Troch, M. (2015). How do harpacticoid copepods colonize detrital seagrass leaves? *Marine Biology*, 162 (5), 929-943.
- Mascart, T., Lepoint, G., & De Troch, M. (2013). Meiofauna and harpacticoid copepods in different habitats of a Mediterranean seagrass meadow. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(06), 1557-1566.
- Mascart, T., Lepoint, G., Deschoemaeker, S., Binard, M., Remy, F., & De Troch, M. (2015). Seasonal variability of meiofauna, especially harpacticoid copepods, in *Posidonia oceanica* macrophytodebris accumulations. *Journal of Sea Research*, 95, 149-160.
- Mazzuca, S., Björk, M., Beer, S., Felisberto, P., Gobert, S., Procaccini, G., Runcie, J., Silva J, Borges, A.V., Brunet, C., Buapet, P., Champenois, W., Costa, M., D'esposito, D., Gullstrom, M., Lejeune, P., Lepoint, G., Olivé, I., Rasmusson, L., Richir, J., Ruocco, M., Serra, I., Spadafora, A., & Santos, R. (2013). Establishing research strategies, methodologies and technologies to link genomics and proteomics to seagrass productivity, community metabolism, and ecosystem carbon fluxes. *Frontiers in Plant Science*, 4(38), 1-19.
- Michel, L., Dauby, P., Gobert, S., Graeve, M., Nyssen, F., Thelen, N., & Lepoint, G. (2014). Dominant amphipods of *Posidonia oceanica* seagrass meadows display considerable trophic diversity. *Marine Ecology*. 13 pp.
- Richir, J., & Gobert, S. (2014). A reassessment of the use of *Posidonia oceanica* and *Mytilus galloprovincialis* to biomonitor the coastal pollution of trace elements: New tools and tips. *Marine Pollution Bulletin*, 89, 390-406.
- Richir, J., & Gobert, S. (2014). The effect of size, weight, body compartment, sex and reproductive status on the bioaccumulation of 19 trace elements in rope-grown *Mytilus galloprovincialis*. *Ecological Indicators*, 36, 33-47.
- Richir, J., & Gobert, S. (accepted). Trace element accumulation in cultured mussels. *Belgian Journal of Zoology*.
- Richir, J., Luy, N., Lepoint, G., Rozet, E., Alvera Azcarate, A., & Gobert, S. (2013). Experimental *in situ* exposure of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile to 15 trace elements. *Aquatic Toxicology*, 140-141, 157-173.
- Richir, J., Salivas-Decaux, M., Lafabrie, C., Lopez y Royo, C., Gobert, S., Pergent, G., & Pergent-Martini, C. (2015). Bioassessment of trace element contamination of Mediterranean coastal waters using the seagrass *Posidonia oceanica*. *Journal of Environmental Management*, 150,

486-499.

- Richir, J., Velimirov, B., Poulicek, M., & Gobert, S. (2012). Use of semi-quantitative kit methods to study the heterotrophic bacterial community of *Posidonia oceanica* meadows: Limits and possible applications. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 109, 20-29.
- Sturaro, N., Lepoint, G., Vermeulen, S., & Gobert, S. (2015). Multiscale variability of amphipod assemblages in *Posidonia oceanica* meadows. *Journal of Sea Research*, 95, 258-271.
- Sturaro, S., Lepoint, G., Pérez-Perera, A., Vermeulen, S., Panzalis, P., Navone, A., & Gobert, S. (2014). Seagrass amphipod assemblages in a Mediterranean marine protected area: A multiscale approach. *Marine Ecology Progress Series*, 506, 175-192.
- Velimirov, B., Lejeune, P., Kirschner, A., Jousseau, M., Abadie, A., Pete, D., Dauby, P., Richir, J., & Gobert, S. (under review). Estimating carbon fluxes in a *Posidonia oceanica* system: Paradox of the bacterial carbon demand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.
- Vermeulen, S., Lepoint, G., & Gobert, S. (2012). Processing samples of benthic marine diatoms from Mediterranean oligotrophic areas. *Journal of Applied Phycology*, 24, 1253-1260.
- Zervoudaki, S., Krasakopoulou, E., Moutsopoulos, T., Protopapa, M., Marro, S., Gazeau, F. (under review). Copepod response to ocean acidification in a low nutrient-low chlorophyll environment in the NW Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, special issue "Ocean acidification in the Mediterranean Sea: pelagic mesocosm experiments".

Articles en preparation

- Collignon A., Hecq J.-H., Goffart A. Temporal variability and development cycle of the calycophoran siphonophore, *Chelophyes appendiculata* (Eschscholtz, 1829). In preparation for *Journal of Plankton Research*.
- Collignon A., Hecq J.-H., Lejeune P., Goffart A. Seasonal and interannual variability of plankton and environmental characteristics in the Bay of Calvi (Corsica). Analysis of a ten years time series. In preparation for *Journal of Marine Systems*. Supplementary material available at <http://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.832970>
- Collignon A., Hecq J.-H., Lombard F., Goffart A. Ten years variability (2003-2012) of calycophoran siphonophores in the Bay of Calvi (Corsica, North Western Mediterranean). In preparation for *Journal of Plankton Research*.
- Donnay, A., Pelaprat, C., Lejeune, P., Gobert, S. J'MAMBI, an adapted index to define the Ecological quality status of an environment based on soft-bottom macrobenthos in Corsica. In preparation.
- Goffart A., Collignon A., Lejeune P. Impact of the frequentation of a mooring area on phytoplankton dynamics. In preparation for *Marine Pollution Bulletin*.

Livres et chapitres de livres

- Gobert, S., Aurélie Chéry, Alexandre Volpon, Corinne Pelaprat, & Pierre Lejeune. (2014). The Seascape as an Indicator of Environmental Interest and Quality of the Mediterranean Benthos: The *in Situ* Development of a Description Index: The LIMA. In O., Musard (Ed.), *Underwater Seascape*. Switzerland: Springer International, pp. 273-287.
- Hecq J.-H., Collignon A., Goffart A. (2014). *Atlas du zooplancton des eaux côtières corses*. Travail de synthèse réalisé à la demande de l'Agence de l'Eau RMC, France, 166 pp.

Communications à des congrès scientifiques internationaux

- Abadie A., Bonacorsi M., Gobert S., Lejeune P., Pergent G., Pergent-Martini C. (2015) Patch types in *Posidonia oceanica* meadows around Corsica. How can we use them in seascape ecology? Paper presented at the 4th Mediterranean Seagrass Workshop, Oristano, Italy.

- Abadie A., Jousseau M., Lejeune P., Gobert S. (2015) Mapping *Posidonia oceanica* meadows through time. A story of precision, evaluation and fragmentation. Paper presented at the 4th Mediterranean Seagrass Workshop, Oristano, Italy.
- Abadie, A., Gobert, S., & Lejeune, P. (2014, July 05). Islands as reference stations for environmental studies: the case of Calvi Bay in Corsica. Paper presented at RETI conference 2014, Charlottetown, Canada.
- Abadie, A., Lejeune, P., Pergent, G., & Gobert, S. (2014, May). Sediment oxidation by seagrasses: Influence on the S cycle in *Posidonia oceanica* (L.) Delile intermattes dynamic. Poster session presented at The 46th International Liege colloquium - Low oxygen environments in marine, estuarine and fresh waters, Liège, Belgium.
- Baudouin M., Marengo M., Pere A., Culioli J.-M., Santoni M.-C., Marchand B., Durieux E.D.B. Comparison of otolith and scale readings for age estimation of common dentex. 5th International Otolith Symposium. ICES. October 20-24, 2014. Mallorca, Spain.
- Borges A.V. & W. Champenois, Seasonal and inter-annual variations of gross primary production, community respiration, and net community production of a seagrass meadow. 45th International Liege Colloquium, Primary production in the ocean: from the synoptic to the global scale, Liège, Belgium, 13-17 May 2013.
- Cariou, N., Chery, A., Jousseau, M., Richir, J., Lejeune, P., & Gobert, S. (2013). L'indice paysager *Caulerpa racemosa* "I.Ca.r". In Ifremer (Ed.), CARTographie des HABitats Marins Benthiques : de l'Acquisition à la Restitution. Brest, France.
- Champenois W. & A.V. Borges, Seasonal and inter-annual variations of community metabolism rates of a *Posidonia oceanica* seagrass meadow based on continuous oxygen measurements with optodes. 46th international Liège colloquium, Low oxygen environments in marine, estuarine and fresh waters, 5-9 May 2014, Liège, Belgium.
- Champenois W. & A.V. Borges, Seasonal and inter-annual variations of community metabolism rates of a *Posidonia oceanica* seagrass meadow, European Geosciences Union General Assembly 2012, 22 – 27 April 2012, Vienna, Austria.
- Champenois W., G. Lepoint & A.V. Borges, Evaluation of gross primary production, community respiration, and net community production in various benthic communities (*Posidonia oceanica* seagrass meadow, *Posidonia oceanica* litter, epilithic macro-algae) in the Bay of Revellata (Corsica) using optodes. 45th International Liege Colloquium, Primary production in the ocean: from the synoptic to the global scale, Liège, Belgium, 13-17 May 2013 – poster.
- Collard, F., Remy, F., Gilbert, B., Compère, P., Eppe, G., & Lepoint, G. (2014, December 12). When microplastic is not microplastic: ingestion of artificial cellulose fibers by macrofauna living in seagrass macrophytodebris. Poster session presented at 21st Benelux Congress of Zoology, Liège, Belgium.
- Collignon A., Hecq J.-H., Goffart A (2014). Abundance and variability of jellyfishes in the Bay of Calvi, Corsica. Università Degli Studi di Messina, Italy.
- Collignon A., Hecq J.-H., Goffart A. (2012). Understanding drastic changes in zooplankton and medusae communities over the 2003-2011 period in the Mediterranean Sea (Corsica). Paper presented at 2012 Aslo aquatic Sciences Meeting : Voyages of Discovery, Lake Biwa, Japan.
- Donnay, A., Pelaprat, C., Fréjefond, C., Gobert, S., & Lejeune, P. (2013). Soft-bottom macrobenthos monitoring in the framework of the STARECAPMED program. CIESM Congress Proceedings n°40. France.
- Donnay, A., Pelaprat, C., Lejeune, P., & Gobert, S. (2014, December). Taxonomic sufficiency for soft-bottom macrozoobenthos long term study - A case study in Corsica. Poster session presented at Zoology 2014, Liège, Belgium.
- Felisberto P, F. Zabel, O. Rodriguez, P. Santos, S.M. Jesus, W. Champenois, A.V. Borges, & R. Santos. Correlation between the acoustic noise field measured in a *Posidonia oceanica* bed and the photosynthetic activity, 46th International Liège Colloquium, Low oxygen environments in marine, estuarine and fresh waters, 5-9 May 2014, Liège, Belgium.
- Felisberto P., F. Zabel, O. Rodriguez, P. Santos, S. M. Jesus, W. Champenois, A. V. Borges, & R. Santos. Using active and passive acoustics to assess O₂ production of a *Posidonia oceanica*

- meadow. Workshop Seagrasses in Europe: Threats, Responses and Management, Olhão, Portugal, 4-6 March 2014, poster.
- Gobert, S., & Richir, J. (2013). Recent advances in the biomonitoring of trace elements using *P. oceanica* (L.) Delile. In G. J., de Lange, M., Gacic, A., Romaña, M., da Costa, F., Boero, C., Turan, & E., Sala (Eds.), 40th CIESM Congress Proceedings. Marseille, France: CIESM.
- Gobert, S., & Richir, J. (2014). Trace element bioaccumulation and compartmentalization in the invasive algae *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* from the Calvi Bay, Corsica. In H., Langar, C., Bouafif, & A., Ouerghi (Eds.), Proceedings of the 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (pp. 212-213). Tunis: RAC/SPA publ.
- Gobert, S., G. Lepoint, J. Silva, R. Santos, P. Lejeune, P. du Jardin, B. Delvaux, J.-T. Cornelis, & J. Richir (2015, May 18-22). A consensual Diving-PAM protocol to monitor *Posidonia oceanica* photosynthesis. Oristano, Sardinia (Italy). 4th Mediterranean Seagrass Workshop, oral communication.
- Gobert, S., Lejeune, P., Chéry, A., Boissery, P., Sartoretto, S., Andral, B., Lepoint, G., & Richir, J. (2012). Assessment of the ecological status of *P. oceanica* meadow with a no destructive shoot method. Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop 2012. Essaouira, Morocco.
- Goffart A., Collignon A., Hecq J.-H. (2015). Control of plankton phenology by climate variation in a Mediterranean coastal area: Results from a long-term study (1979-2011). Paper presented at Effects of Climate Change on the World's Oceans, 3rd International Symposium, Santos, Brazil.
- Goffart A., Hecq J.-H., Collignon A., Legendre L. (2013). Nutrient and phytoplankton responses to external forcing in a Mediterranean coastal area unbiased by terrestrial inputs and local activities (Calvi, Corsica). Poster session presented at IMBER IMBIZO III, the future of marine biogeochemistry, ecosystems and societies, funded as Eurocean Conference, Goa, India.
- Goffart, A., Hecq, J.-H., Legendre, L. (2014). Control of phytoplankton bloom by winter conditions in a Mediterranean coastal area: Results from a long-term study (1979–2011). Poster session presented at 2014 Ocean Sciences Meeting, Honolulu, United States.
- Lepoint G., A.V. Borges, F. Darchambeau, P. Dauby, T. Mascart, F. Remy, & W. Champenois. A descriptive study of physico-chemical characteristics of *Posidonia* litter accumulation, International Seagrass Biology Workshop, Rio de Janeiro, Brazil, 18-25 November 2012.
- Lepoint, G., Balancier, B., & Gobert, S. (2012, May 31). Seasonal and depth-related distributions of epiphytic Bryozoa in a Mediterranean seagrass meadow. Poster session presented at 3rd Mediterranean Seagrass Workshop (MSW2012), Essaouira, Morocco.
- Lepoint, G., Borges, A., Darchambeau, F., Dauby, P., Mascart, T., Remy, F., & Champenois, W. (2012). A descriptive study of physico-chemical characteristics of *Posidonia oceanica* litter accumulation. Poster session presented at 10th International Seagrass Biology Workshop (25-30 November, Rio de Janeiro, Brazil), Buzos (Rio de Janeiro), Brazil.
- Lepoint, G., Mouchette, O., Pelaprat, C., & Gobert, S. (2012, November 26). A study of *Electra posidoniae* Gautier (Cheleistomata, Anasca), a bryozoan strictly found as epiphyte of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Poster session presented at 10th International Seagrass Biology Workshop (25-30 November, Rio de Janeiro, Brazil), Buzos (Rio de Janeiro), Brazil.
- Mascart, T., De Troch, M., Gobert, S., Biondo, R., Remy, F., & Lepoint, G. (2014, May 05). Hypoxia in macrophytodebris accumulation: Species specific harpacticoid copepod adaptation? Poster session presented at 46th International GHER Colloquium, Liège, Belgium.
- Mascart, T., De Troch, M., Remy, F., & Lepoint, G. (2012, August 21). Trophic and specific diversity of harpacticoid copepods associated to *Posidonia oceanica* macrophytodebris. Poster session presented at 8th ISOECOL International Conference on Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies, Brest, France.
- Mascart, T., De Troch, M., Remy, F., & Lepoint, G. (2014, August 04). Feeding ecology of harpacticoid copepod species: Insights from stable isotopes analysis and fatty acid profiling. Paper presented at 9th International Conference on the Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies (IsoEcol 9), Perth, Australia.
- Mascart, T., Lepoint, G., Biondo, R., Remy, F., Augusto, L., & De Troch, M. (2014, December 12).

- Colonization of a new habitat by copepods: An *in situ* experiment. Paper presented at Zoology 2014 (21th Benelux congress of Zoology), Liège, Belgium.
- Mascart, T., Lepoint, G., Remy, F., Gobert, S., Dauby, P., & De Troch, M. (2014, March 07). Corsican seagrass detritus: An opportune shelter or a copepod Eldorado? Poster session presented at 14th VLIZ Young Marine Scientist Day, Brugge, Belgium.
- Michel, L., Dauby, P., Gobert, S., Graeve, M., Thelen, N., & Lepoint, G. (2012, August 20). Trophic tracers reveal considerable diversity among diets of dominant amphipods from *Posidonia oceanica* seagrass meadows. Poster session presented at 8th International Conference on Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies (IsoEcol), Brest, France.
- Patrissi M, Astrou A, Pelaprat C, Lejeune P, Michel L, Pere A. From nets to bottom traps: Is exploitation of Norway lobsters a suitable option for Corsican common spiny lobster fishermen? 10th International Conference on Lobster Biology and Management - Lobsters in a Changing Climate. May. 18–23, 2014. Cancún, México.
- Patrissi M, Astrou A, Pere A, Pelaprat C. The professional fishery of sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) in Corsica island, France. Zoology 2014. December 12-13, 2014. Liège, Belgium.
- Pere A, Astrou A, Patrissi M, Michel L, Pelaprat C. 2014. Long term spatial and temporal variability in catches of common spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) in Corsica (NW Mediterranean): fisheries trends, biological trends or both? 10th International Conference on Lobster Biology and Management - Lobsters in a Changing Climate. Cancún, México, May 18–23, 2014.
- Pete, D., & Gobert, S. (2014, December). Impact of shading on meiofauna in a *Posidonia oceanica* meadow. Poster session presented at Zoology 2014, 21st Benelux Congress of Zoology, Liege, Belgium.
- Pete, D., Quattrocchi, L., Velimirov, B., Lepoint, G., & Gobert, S. (2012). An overview of the microbenthic loop in *Posidonia oceanica* meadows: the good, the bad and the ugly. In J. C., Creed & S. S., Oigman-Pszczol (Eds.), Proceedings of the 10th International Seagrass Biology Workshop (ISBW10), 25-30 November 2012, Armação dos Búzios, Brazil (pp. 39). Rio de Janeiro, Brésil: Instituto Biodiversidade Marinha.
- Remy, F., Mascart, T., Dauby, P., & Lepoint, G. (2012, August 20). Leaf fall impact on diversity and trophic ecology of vagile macrofauna associated with exported *P. oceanica* litter. Poster session presented at 8th ISOECOL International Conference on Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies, Brest, France.
- Remy, F., Mascart, T., Dauby, P., Gobert, S., & Lepoint, G. (2014, May 06). Has oxygen depletion an impact on nutrients and macrofauna in a highly dynamic macrophytodetrit accumulation? Poster session presented at 46th GHER Liège International Colloquium 2014, Liège, Belgique.
- Remy, F., Melchior, A., Darchambeau, F., & Lepoint, G. (2014, August 04). Turnover rates of carbon and nitrogen stable isotopes in the amphipod *Gammarus aequicauda*: Insights for trophic studies of Mediterranean macrophytodetrit accumulation. Paper presented at 9th IsoEcol, International Conference on the Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies, Perth, Australie.
- Richir, J., & Gobert, S. (2014). The conceptualization of trace element flows within *Posidonia oceanica* meadows: a collaborative proposal to fill knowledge gaps. In H., Langar, C., Bouafif, & A., Ouerghi (Eds.), Proceedings of the 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation. Tunis: RAC/SPA publ.
- Richir, J., & Gobert, S. (2014, May 12). Trace element bioaccumulation in rope-grown *Mytilus galloprovincialis*: knowledge update. Poster session presented at SETAC Europe 24th Annual Meeting, Bâle, Suisse.
- Richir, J., F. Galgani, J. Benedicto, B. Andral, P. Lejeune, M. Salivas-Decaux, C. Lafabrie, C. Lopez y Royo, G. Pergent, C. Pergent-Martini, & S. Gobert (2015, May 18-22). Seagrasses or caged mussels to bioassess the contamination rate of Mediterranean coastal waters? That is the question. Oristano, Sardinia (Italy). 4th Mediterranean Seagrass Workshop, oral communication.

- Richir, J., Lejeune, P., & Gobert, S. (2014). New insights for an old topic: seagrasses as bioindicators of coastal trace element pollution. In Argyro Zenetos (Ed.), *Mediterranean Marine Science*. Hellas, Greece: HCMR.
- Richir, J., Lepoint, G., Donnay, A., & Gobert, S. (2014, December). Trace element kinetics in caged *Mytilus galloprovincialis*. Poster session presented at Zoology 2014, Liège, Belgium.
- Richir, J., Lepoint, G., Lejeune, P., & Gobert, S. (2014, December). Ecology of 20 trace elements in *Mytilus galloprovincialis*. Paper presented at Zoology 2014, Liège, Belgium.
- Richir, J., Luy, N., Lepoint, G., Biondo, R., & Gobert, S. (2012). Trace element kinetics in contaminated *Posidonia oceanica* meadow. Proceedings of the Mediterranean Seagrass Workshop 2012. Essaouira, Morocco.
- Richir, J., M. Salivas-Decaux, C. Lafabrie, C. Lopez y Royo, P. Lejeune, G. Pergent, C. Pergent-Martini and S. Gobert (2015, May 18-22). Trace element contamination severity of coastal waters: A first bioassessment at the scale of the whole Mediterranean. Oristano, Sardinia (Italy). 4th Mediterranean Seagrass Workshop, oral communication.
- Richir, J., Sartoretto, S., & Gobert, S. (2013, December). The underestimation of seagrass biological cycle in the biomonitoring of coastal trace element pollution. Poster session presented at 9th SETAC Europe Special Science Symposium, Brussels, Belgium.
- Santos R., J. Silva, I. Olivé, M. Mendes, S. Cabaço, A.V. Borges, W. Champenois, & J. Runcie. Seagrass production: Linking individual, community and ecosystem carbon fluxes, 22nd Biennial CERF Conference Toward Resilient Coasts & Estuaries, Science for Sustainable Solutions, 3-7 November 2013, San Diego, California, USA, oral presentation.
- Sturaro, N., Lepoint, G., Pérez-Perera, A., Panzalis, P., Navone, A., & Gobert, S. (2013, October). Protection effects or natural variability? The case of seagrass amphipods. Paper presented at The International Marine Protected Areas Congress (IMPAC) 3, Marseille & Corsica, France.
- Wyffels, R., Sirjacobs, D., Lejeune, P. and Gobert, S., (2014, December). Ecological status of Mediterranean coastal ecosystem using quality indexes. Poster presented at the 21st Benelux Congress of Zoology, Liège, Belgium.

Conférences scientifiques dans des Universités ou Centres de Recherches

- Abadie, A. (2014, June 26). L'ancrage dans les herbiers à *Posidonia oceanica*. Conséquences chimiques de la destruction mécanique? Journée des doctorants JDD, Corte, Corse, France.
- Abadie, A. (2015, June 25). Caractéristiques des patchs dans les herbiers à *Posidonia oceanica* : origine naturelle *versus* origine anthropique. Journée des doctorants JDD, Corte, Corse, France.
- Collignon, A., Hecq, J.-H., Collard, F., & Goffart A. (2012). Accumulation de particules de microplastiques dans le neuston en Méditerranée Occidentale et au large de la Corse. Séminaire sur le milieu marin 2012 - DREAL, Calvi, Corse, France.
- Gobert, S. (2012). L'océanographie, c'est quoi? Communication présentée à la Conférence bio, Calvi, Corse, France.
- Gobert, S., & Richir, J. (2011, November 25). Contamination of the Marine Environment by trace metals: old and emergent elements, case studies and perspectives. Paper presented at Ecotoxicologie-Wallonie, Namur, Belgium.
- Gobert, S., Lepoint, G., Richir, J., Borges, A., & Lejeune, P. (2012, October 09). Seagrass productivity, from genes to ecosystem management - benthic incubations. Paper presented at COST Action Meeting, Berlin, Germany.
- Gobert, S., Lepoint, G., Richir, J., Borges, A., & Lejeune, P. (2012, May 07). Seagrass productivity, from genes to ecosystem management. Paper presented at COST Action Meeting, Nottingham, England.
- Goffart, A., Lejeune, P., Hecq, J.-H. (2012). Impact des mouillages forains sur la qualité de l'eau et du phytoplancton: résultats d'une étude préliminaire menée en Baie de Calvi (Corse). Séminaire sur le milieu marin 2012 - DREAL, Calvi, Corse, France.

- Michel, L., Borges, A., Champenois, W., Chery, A., Donnay, A., Gobert, S., Goffart, A., Hecq, J.-H., Pelaprat, C., Père, A., Thome, J.-P., Volpon, A., & Lejeune, P. STARECAPMED : Présentation générale du projet et exemple d'une action : "Impact de l'ancrage sur la dynamique des herbiers de posidonies". Séminaire sur le milieu marin en Corse organisé par le DREAL Corse. 14-16 mai, 2012, Stareso, Calvi, Corse, France.
- Patrissi, M., & Pere, A. Diversificazione della piccola pesca : prove di pesca con nasse a crostacei di profondità sul versante occidentale della Corsica. Progretto Marte +. 18 dicembre 2012. Cagliari, Italia.
- Patrissi, M., Pere, A. Prove sperimentali per crostacei di profondità sul versante occidentale della Corsica : un' alternativa all' aragosta del Mediterraneo ? Progretto Marte +. 23 maggio 2013. Livorno, Italia.
- Père, A., Patrissi, M., Luzi, J., Villain, E., & Lejeune, P. Diversification de la pêche artisanale : essais de nasses à crustacés profonds sur la façade occidentale de la Corse. Séminaire sur le milieu marin en Corse organisé par le DREAL Corse. 14-16 mai, 2012, Stareso, Calvi, Corse, France.
- Père, A. La langouste, biologie et pêche. Colloque Biodiva' Mare, lycée agricole de Sartène. 16 mars 2013, Propriano, Corse, France.
- Père, A. La pêche langoustière en Méditerranée - zoom sur la Corse. Cycle de conférence/débat, Association Septentrion. 1^{er} octobre 2014, Marseille, France.
- Père, A. Mais où sont les post-larves de la langouste rouge ? Journée de l'école doctorale, 29 juin 2012, Corte, Corse, France.
- Richir, J., Biondo, R., Bouqueneau, J.-M., & Gobert, S. (2011, December 02). *Posidonia oceanica*, a usefull tool to biomonitor the pollution of Mediterranean coastal areas by trace elements. Paper presented at Journée UNITER, Brussels, Belgium.

Rapports de programmes scientifiques

- Astrou A., Lejeune P., & Pere A., 2012. Etude de la pêche artisanale dans la zone du projet de nouveau port de commerce de Bastia sur le site de la Carbonite. Document de travail. Contrat Collectivité Territoriale de Corse. Stareso. 76 pp.
- Cornou A.-S., Dimeet J., Tétard A., Gaudou O., Dubé B., Fauconnet L., Rochet M.-J., 2013. Observations à bord des navires de pêche professionnelle. Bilan de l'échantillonnage 2012. Ifremer. 368 pp.
- Cornou A.-S., Dimeet J., Tétard A., Gaudou O., Quinio-Scavinner M., Fauconnet L., Dubé B., Rochet M.-J., 2014. Observations à bord des navires de pêche professionnelle. Bilan de l'échantillonnage 2013. Ifremer. 381 pp.
- Lejeune, P., Abadie, A., Binard, M., Biondo, R., Borges, A., Collignon, A., Champenois, W., Chéry, A., Diaz, D., Donnay, A., Fréjefond, C., Gobert, S., Goffard, A., Hecq, J.-H., Jousseau, M., Lepoint, G., Michel, L., Pelaprat, C., Père, A., Sirjacobs, D., Thomé, J.-P., Volpon, A., 2014. STARECAPMED (STation of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts): Rapport d'activité - Année 2013. Rapport de recherches, STARESO, 147 pp.
- Meconi U., Gagliardini Anibaldi L., Palladino S., Marchesan M., Frittelloni C., Catalani L., Piccinetti C., Marini M., Lucchetti A., Virgili M., Nardini A., Astrou A., & Pere A., 2013. Pilot action – Concession de pêche transférable (CPT). Transférabilité, modes d'application et analyse de gestion pour la région méditerranéenne - Région Marche - Rapport Final. Projet Maremed/ Office de l'Environnement de la Corse/Stareso. 148 pp.
- Meconi, U., Gagliardini Anibaldi, L., Palladino, S., Marchesan, M., Frittelloni, C., Catalani, L., Piccinetti, C., Marini, M., Lucchetti, A., Virgili, M., Nardini, A., Astrou, A., & Père, A., 2013. Recommendation paper on the applicability of a management model based on Transferable Concessions in the Mediterranean sea. Projet Maremed/ Office de l'Environnement de la Corse/Stareso. 28 pp.
- Michel, L., Abadie A., Binard, M., Biondo, R., Borges, A., Collignon, A., Champenois, W., Chéry, A.,

- Donnay, A., Gobert, S., Goffart, A., Hecq, J.-H., Pelaprat, C., Pere A., Plaza, S., Thomé, J.-P., Volpon, A., & Lejeune, P., 2013. STARECAPMED (STation of Reference and rEsearch on Change of local and global Anthropogenic Pressures on Mediterranean Ecosystems Drifts): Rapport d'activité – Année 2012. Rapport de recherches, Stareso. 85 pp.
- Patrissi M., Astrou A., Lejeune P., & Pere A., 2013. Diversification de la pêche artisanale : essais de nasses à crustacés profonds sur la façade occidentale de la Corse. Rapport final. Projet stratégique Marte+. Contrat Office de Développement Agricole et Rural de Corse - Stareso. 69 pp.
- Patrissi, M., Astrou, A., Père, A., Pelaprat, C., 2014. Réalisation d'une étude biologique et halieutique sur l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) en Corse. Contrat Office de l'Environnement de la Corse & Stareso. 75 pp.

Articles scientifiques de vulgarisation

- Gobert, S., Richir, J. (2015, February 23). Méditerranée: des sentinelles qui parlent vrai. Article published online in the non-specialist press. Reflexions, University of Liège Publ., Liège, Belgium.
- Richir, J. (2015, August 20). Sentinelles, à vos postes! Article published online in the non-specialist press. Reflexions, University of Liège Publ., Liège, Belgium.

Thèses de doctorat

- Collignon A. (2014). Abondance et variabilité des méduses en Baie de Calvi (Corse). Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique, 186 pp.
- Garrido M. (2012). Structure et fonction des communautés phytoplanctoniques en milieux côtiers marin et lagunaire (Méditerranée - Corse) dans une optique de gestion. Université de Liège, Belgique et Université de Corse, France, 219 pp.
- Mascart T., 2015. Seagrass macrophytodebris: a copepod hub - Species diversity, dynamics and trophic ecology of the meiofauna community in *Posidonia oceanica* leaf litter accumulations. University of Liège/Ghent University, Belgium, 256 pp.
- Pere A. 2012. Déclin des populations de langouste rouge et baisse de la ressource halieutique en Corse - Causes et perspectives. Université de Corse, France, 478 pp.
- Richir, J. (2012). Coastal pollution of the Mediterranean and extension of its biomonitoring to trace elements of emerging concern. University of Liège, Belgium, 224 pp.
- Sturaro, N. (2012). Multiscale variability of amphipod assemblages in *Posidonia oceanica* meadows - A comparison between different protection levels. University of Liège, Belgium, 298 pp.
- Vermeulen, S. (2012). Spatial and temporal responses of marine gastropods and biofilms to urban wastewater pollution in a Mediterranean coastal area. University of Liège, Belgium, 212 pp.

Mémoires de master et rapports de stage

- Abadie, A., 2012. Evolution des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la baie de Calvi (Corse, France) et influence de l'ancrage dans la baie de l'Alga. Mémoire de Master professionnel "Environnement Marin", Université Aix-Marseille, 46 pp.
- Aime, A. (2014) Etude de la concentration en diméthylsulfoniopropionate (DMSP) chez *Posidonia oceanica* en baie de Calvi (Corse). Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 45, pp.
- Berloo, A. (2014). La variabilité temporelle des méduses en baie de Calvi (Corse). Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 75 pp.
- Cariou, N. (2012). La chlorobionte invasive *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* en Corse. Mémoire

- de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 80 pp.
- Collard F. (2012). Approche écologique du neuston en Baie de Calvi. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 53 pp. + annexes.
- Collienne, A. (2012). Ecologie et teneurs en éléments traces de l'Espadon (*Xiphias gladius* Linné) autour des côtes corses. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 57 pp. + annexes.
- Couture, M. Suivi et quantification des pressions anthropiques en baie de Calvi. Mémoire de Master en Ingénierie Environnementale, Université de Liège, Belgique, et Université de Corse, France, 72 pp.
- Cuvillier, P. (2014). Etude des paramètres physiologiques de l'herbier à *Posidonia oceanica* adjacent aux intermattes anthropiques et naturelles dans la baie de Calvi. Rapport de stage, Université Lille 1, France, 20 pp.
- Delva, S. (2014). Growth dynamics of *Posidonia oceanica* meadows surrounding a natural patch in the bay of Calvi (Corsica). Internship report, University of Leuven and University of Liège, Belgium, 10 pp.
- Drion, R., 2014. Analyse fonctionnelle de la diversité du macrobenthos par leurs traits biologiques (Plateau continental nord-ouest de la mer Noire et baie de Calvi en mer Méditerranée). Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 76 pp.
- Faller-Galerie Pierre-Aurélien (2013). Réponses des communautés phytoplanctoniques corses aux pressions exercées par l'aquaculture et le mouillage forain. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 54 pp.
- Frippiat, D. (2013). Conception et implémentation d'un prototype de base de données spatiales pour la station scientifique de STARESO. Mémoire de Master en Sciences Géographiques, Université de Liège, Belgique. 153 pp.
- Gillard, B. (2013) Variabilité spatiale du zooplancton en relation avec l'environnement du front liguro-provençal (Secteur Corse). Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 60 pp.
- Graux, M. (2012). Description du statut trophique des eaux côtières: mesures environnementales associées à l'utilisation du bioindicateur *Mytilus galloprovincialis*. Mémoire de Baccalauréat en Sciences Agronomiques, Campus de Ciney, Belgique, 101 pp.
- Léonard, C. (2012). Elaboration d'une méthodologie d'évaluation de l'état de *Posidonia oceanica* par le biais de l'outil Diving-PAM. Mémoire de Master en Bioingénieur en Chimie et Bio-industries. Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 90 pp.
- Patrissi, M. (2012). Diversification de la pêche artisanale: Essais de nasses à crustacés profonds sur la façade occidentale de la Corse. Mémoire de Master en Sciences et Techniques, Université de Montpellier 2, France, 92 pp.
- Poggionovo, O. (2014). Analyse de données biologiques et physico-chimiques pour la mise en évidence des variations anthropiques face aux variations naturelles dans le cadre du projet STARECAPMED (2012-2014) en baie de Calvi. Mémoire de Master 2 en Gestion Intégrée du Littoral et des Ecosystèmes, Université de Corse, France, 30 pp.
- Warzé, M. (2015). The conceptualization of trace element distribution and flows within *Posidonia oceanica* meadows, written in Energy Circuit Language. Professional training, master 2 in Biology, University of Namur. 23 pp.
- Wyffels, R. (2014). Détermination du statut écologique d'un milieu côtier méditerranéen (Corse : face à STARESO) par évaluation de l'état de peuplements et par recensement d'habitats. Mémoire de Master 2 en Océanographie à Finalité Approfondie, Université de Liège, Belgique, 57 pp. + annexes.

Publications prises en compte par STARECAPMED, avant son initiation en 2012

Le lecteur trouvera ci-après la liste non-exhaustive des différents travaux publiés issus des recherches réalisées dans le cadre et/ou en collaboration plus ou moins étroites avec STARECAPMED. Les travaux sont regroupés par ordre alphabétique, selon leur catégorie de publication:

- articles « peer reviewed » publiés dans des journaux indexés ;
- communications à des congrès scientifiques internationaux ;
- conférences scientifiques dans des Universités ou Centre de Recherches ;
- rapports de programmes scientifiques ;
- articles et communications scientifiques de vulgarisation ;
- thèses de doctorat ;
- mémoires de master et rapports de stage.

Les lecteurs sont invités à consulter la digithèque ORBI de l'Université de Liège, Belgique, où la majeure partie des documents listés (à l'exception des plus anciens) se trouve archivée: <http://orbi.ulg.ac.be/>.

Articles « peer reviewed » publiés dans des journaux indexés

- Clarisse, S., 1984. Apport de différentes techniques cartographiques à la connaissance de l'autoécologie de *Cystoseira balearica* Sauvageau, macroalgue marine dominante dans la région de Calvi (Corse). *Lejeunia*, 113: 1-24.
- Coppejans, E. & Boudouresque, C.-F., 1983. Végétation marine de la Corse (Méditerranée). VI. Documents pour la flore des algues. *Botanica Marina*, 26: 457-470.
- Coppejans, E. & Hermy, M., 1985. L'épiflore des substrats de l'étage circalittoral dans la baie de Calvi (Corse-Méditerranée). III. Ordination et classification des données. *Proceedings Progress in Belgian Oceanographic Research*, Brussels, March 1985, 430-441.
- Coppejans, E., 1979. Données supplémentaires sur *Polysiphonia banyulensis* Coppejans (Ceramiales, Rhodophyceae). *Vie Milieu*, 28-29: 653-658.
- Coppejans, E., 1982. L'épiflore des substrats de l'étage circalittoral dans la baie de Calvi (Corse-Méditerranée). I. Inventaire., *Biol. Jb. Dodonaea*, 50: 231-242.
- Coppejans, E., 1985. L'épiflore des substrats de l'étage circalittoral dans la baie de Calvi (Corse-Méditerranée). II. Méthodes et relevés. *Biol. Jb. Dodonaea*, 53: 76-88.
- Coppejans, E. 1979. Vegetation marine de la Corse (Mediterranée). *Botanica Marina*, Vol. XXII, 257-266.
- Demoulin, V., Janssen, M. P. and Licot, M., 1980. Mise au point d'une méthode de cartographie des macroalgues marines : application à la région de Calvi (Corse). *Lejeunia*, 102: 1-68.
- Hoffmann L., Clarisse S., Detienne X., Goffart A., Renard R., Demoulin V., 1988 - Evolution of the populations of *Cystoseira balearica* (Phaeophyceae) and epiphytic Bangiophyceae in the Bay of Calvi (Corsica) in the last eight years. *Bulletin de la Société Royale de Liège*, 4-5: 263-273.
- Hoffmann L., Detienne, X., Goffart, A. and Demoulin V., 1994. Studies of Marine epiphytic algae, Calvi, Corsica. III. Variations in the populations of Epiphytic Bangiophyceae. *Cryptogamie, Algol.*, 15(1): 53-63.
- Hoffmann, L., Billard, C., Janssens, M., Leruth, M. and Demoulin, V., 2000. Mass Development of Marine Benthic Sarcinochrysidales (Chrysophyceae s.l.) in Corsica. *Botanica Marina*, 43: 223-231.
- Hoffmann, L., Renard, R., Demoulin, V., 1992. Phenology, growth and biomass of *Cystoseira*

- balearica* in Calvi (Corsica). Mar. Ecol. Prog. Ser., 80: 249–254.
- Jacquemart J. & Demoulin V., 2007. Inventaire des macroalgues épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la baie de la Revellate (Calvi, Corse). *Lejeunia*, 69 pp., 31 fig.
- Jacquemart, J. & Demoulin, V., 2008. Comparison of the epiphytic macroflora of *Posidonia oceanica* leaves in different meadows of the western Mediterranean. Book chapter in FLORA MEDITERRANEA, V18, 2008. Edited on behalf of the International Fondation pro Herbario Mediterraneo by Francesco M. Raimondo and Werner Greuter, Palermo 2008. ISSN 1120-4052. pp 393-420.
- Janssens M., Hoffmann L., Demoulin V., 1993. Cartographie des macroalgues dans la région de Calvi (Corse) : comparaison après 12 ans (1978-79, 1990-91). *Lejeunia*, 141, 62 pp.
- Le Manach F., Dura D., Pere A., Riutort J. J., Lejeune P., Santoni M. C., Culioli J. M., Pauly D., 2011. Preliminary estimate of total marine fisheries catches in Corsica, France (1950-2008). In: Harper, S. and Zeller, D. (Eds.). Fisheries catch reconstructions: Islands, Part II. Fisheries Centre Research Reports, 19(4): 3-14.
- Pere A., Varesi L., Falchi A., Giovannoni L., Pergent-Martini C., Lejeune P., Pelaprat C., 2005. Genetic study of *Palinurus mauritanicus* by mitochondrial sequence analysis. *Palinurus mauritanicus* 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial. www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/67043745.
- Pere A., Varesi L., Falchi A., Giovannoni L., Pergent-Martini C., Lejeune P., Pelaprat C., 2005. Genetic study of *Palinurus mauritanicus* by mitochondrial sequence analysis. *Palinurus mauritanicus* cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial. www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/67043743.
- Pere A., Varesi L., Falchi A., Giovannoni L., Pergent-Martini C., Lejeune P., Pelaprat C., 2005. Genetic study of *Palinurus elephas* by mitochondrial sequence analysis. *Palinurus elephas* cytochrome oxidase subunit I (COI) gene, partial cds; mitochondrial. www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/67043741.
- Sturaro, N., Caut, S., Gobert, S., Bouqueneau, J.-M., & Lepoint, G., 2010. Trophic diversity of idoteids (Crustacea, Isopoda) inhabiting the *Posidonia oceanica* litter. *Marine Biology*, 157(2): 237-247.
- Vermeulen, S., Sturaro, N., Gobert, S., Bouqueneau, J.-M., & Lepoint, G., 2011. Potential early indicators of anthropogenically derived nutrients: a multiscale stable isotope analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 422: 9-22.
- Wilmotte, A., Goffart, A. and Demoulin, V., 1988. Studies of Marine Epiphytic Algae, Calvi, Corsica. I. Determination of Minimal Sampling Areas for Microscopic Algal Epiphytes. *Br. phycol J.*, 23: 251-258.
- Wilmotte, A., and Demoulin, V., 1988. Studies of Marine Epiphytic Algae, Calvi, Corsica. II. Seasonal variations in the populations of epiphytic blue-green algae in three harbours with different pollution loads. *Br. phycol. J.*, 23: 259-266.

Communications à des congrès scientifiques internationaux

- Borges A. V., B. Delille, J.-M. Beckers, M. Grégoire, P. Lejeune, L.-S. Schiettecatte & W. Champenois. First year of results from a mooring over a *Posidonia oceanica* seagrass meadow (Corsica, France). EGU General Assembly, Vienna, Austria, 13-18 April 2008.
- Champenois W., B. Delille, G. Lepoint, J.-M. Beckers, M. Grégoire & A. V. Borges. Three years of results from a mooring over a *Posidonia oceanica* seagrass meadow (Corsica, France). Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée (CIESM) Congress, Venice, Italy, 10-14 May 2010.
- Champenois W., B. Delille, J.-M. Beckers, M. Grégoire, A. V. Borges. First two years of results from a mooring over a *Posidonia oceanica* seagrass meadow (Corsica, France). Mediterranean Seagrass Workshop 09 - Hvar, Croatia, September 6-10, 2009.
- Champenois W., B. Delille, G. Lepoint, J.-M. Beckers, M. Grégoire & A. V. Borges. Three years of

- results from a mooring over a *Posidonia oceanica* seagrass meadow (Corsica, France). EGU general assembly, Vienna, Austria, 02-07 May 2010.
- Champenois W., B. Delille, J.-M. beckers, M. Grégoire & A. V. Borges. First two years of results from a mooring over a *Posidonia oceanica* seagrass meadow (Corsica, France). 41st International Liege Colloquium on Ocean Dynamics, Science-based management of the coastal waters, Liège, Belgium, 4-8 May 2009.
- Champenois W., B. Delille, J.-M. Beckers, M. Grégoire & A. V. Borges. Results of two years of a mooring over a *Posidonia oceanica* seagrass meadow (Corsica, France). EGU General Assembly, Vienna, Austria, 19-24 April 2009.
- Champenois W., G. Lepoint, B. Delille, M.-V. Commarieu, M. Grégoire, J.-M. Beckers, A. V. Borges, Evaluation of metabolic rates in various benthic communities in the Bay of Revellata (Corsica) using optodes. EGU General Assembly 2011, Vienna, Austria, 03-08 April 2011
- Champenois W., Lepoint G., Delille B., Commarieu M.-V., Grégoire M., Beckers J.-M. & A.V. Borges. Evaluation of metabolic rates in various communities in the Bay of Calvi using optodes based on different approaches. 42nd International Liege Colloquium on Ocean Dynamics, Multiparametric observation and analysis of the Sea, Liège, Belgium, 26-30 April 2010.
- Gobert, S. (2011, September). *Posidonia* meadow: an ecosystem engineer from living plant to dead leaf accumulation. Paper presented at Hydralab more than water, Trondheim, Norway.
- Gobert, S., Alvera Azcarate, A., Barth, A., Beckers, J.-M., Binard, M., Borges, A. V., Bouqueneau, J.-M., Chery, A., Demoulin, V., Djenidi, S., Hecq, J.-H., Lejeune, P., Lepoint, G., Pelaprat, C., Poulicek, M., & Goffart, A. (2010, May). Multiparametric observations and analysis in the Bay of Calvi (Corsica), an ideal site for studying the human activity effects and climate changes in the Mediterranean Sea; STARESO. Paper presented at The 42nd International Liege Colloquium on Ocean Dynamic, Liege, Belgique.
- Gobert, S., Chéry, A., Volpon, A., Pelaprat, C., & Lejeune, P. (2011, March). The seascape as an indicator of environmental interest and quality of the Mediterranean benthos: the *in situ* development of a description index: the LIMA. Paper presented at Carhamb'ar: CARTographie des HABitats Marins Benthiques, Brest, France.
- Jacquemart, J. & Demoulin, V., 2008. Les algues épiphytes des feuilles de posidonies. CReF meeting, Calvi (France), Mai 2008. Poster.
- Janssens, M., Hoffmann, L. & Demoulin, V., 1994. Evolution of the benthic algal vegetation in the bay of the Revellata (Calvi, Corsica) in the last twenty years. Abstract de poster présenté lors du congrès 10 ans Belgica, Ostende, 17-19 octobre.
- Mascart, T., Lepoint, G., Borges, A., Darchambeau, F., Dauby, P., & De troch, M. (2010, October 22). The role of meiofauna in energy transfer in a Mediterranean seagrass bed (Calvi, Corsica). Poster session presented at 17th Benelux Congress of Zoology (22-23 October 2010), Gent, Belgium.
- Michel, L., Dupont, A., Gobert, S., Dauby, P., & Lepoint, G. (2010, October 22). Impact of grazing by amphipods on the epiphytic cover of the *Posidonia oceanica* leaves: an *in situ* experiment. Poster session presented at 17th Benelux Congress of Zoology, Gent, Belgique.
- Michel, L., Gobert, S., Dauby, P., & Lepoint, G. (2010, September 17). Impact of grazing by amphipods on the dynamics of the epiphytic cover of the *Posidonia oceanica* leaves: an *in vitro* experiment. Paper presented at XIVth International Colloquium on Amphipoda, Séville, Espagne.
- Pere A., Falchi A., Giovannoni L., Lejeune P., Pelaprat C., Pergent-Martini C., Varesi L. Mitochondrial DNA phylogeny of the spiny lobster genus *Palinurus* (Decapoda: Palinuridae). 1st International Symposium Environment, Identities and Mediterranean area – IEEE. July 9-12, 2006. Corte, France. pp. 266-270.
- Pere A., Pelaprat C., Lejeune P. Overview of the Corsican fishery & presentation of series of available data. 1st LanConnect Workshop. March 21-23, 2011. Palma de Mallorca, Spain.
- Pere A., Pelaprat C., Pergent-Martini C., Livrelli J.-N., Lejeune P. The spiny lobster fishery in Corsica. 8th International Conference & Workshop on Lobster Biology and Management. September 23-28, 2007. Charlottetown, Prince Edward Island, Canada.

- Pete, D., Velimirov, B., Lepoint, G., & Gobert, S. (2010, November 24). Effects of shading and sediment alterations on *Posidonia oceanica* meadows: *in situ* experiments. Paper presented at 2010 World Seagrass Conference, Patong, Phuket, Thaïlande.
- Pete, D., Velimirov, B., Lepoint, G., & Gobert, S. (2010, October). Shading and alterations of the sediment: *in situ* experiments to mimic impacts of fish farms on a Mediterranean coastal ecosystem. Poster session presented at 17th Benelux Congress of Zoology - Classic Biology in Modern Times, Gent, Belgique.
- Remy, F., Borges, A., Darchambeau, F., Dauby, P., Gobert, S., & Lepoint, G. (2010). Trophic structure and diversity of macro organisms associated with *Posidonia oceanica* litter in the bay of Calvi. Paper presented at 17th Benelux Congress of Zoology (22-23 October 2010), Gent, Belgium.
- Richir, J., Gobert, S., & Bouqueneau, J.-M. (2008, October). Potential use of *Paracentrotus lividus* as bioindicator for recent trace element pollution monitoring. Poster session presented at 15th Benelux Congress of Zoology, Liège, Belgium.
- Richir, J., Gobert, S., & Bouqueneau, J.-M. (2009, January). Recent threats on coastal ecosystems by new pollutants: a multiple trace element study. Poster session presented at ASLO Aquatic Sciences Meeting 2009, Nice, France.
- Richir, J., Gobert, S., Sartoretto, S., Biondo, R., Bouqueneau, J.-M., & Luy, N. (2010). *Posidonia oceanica* (L.) Delile, a useful tool for the biomonitoring of chemical contamination along the Mediterranean coast: a multiple trace element study. 4th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation, Hammamet, Tunisia.
- Richir, J., Luy, N., Lepoint, G., Biondo, R., Vermeulen, S., & Gobert, S. (2011, September). Seagrass response to *in situ* trace element contaminations. Poster session presented at 12^{ème} Congrès de la Fédération Européenne d'Ecologie, Avilà, Espagne.
- Richir, J., Luy, N., Serpe, P., Lefèbvre, L., Deraikem, A., Lepoint, G., Biondo, R., & Gobert, S. (2011, May 03). Combined utilization of DGTs and bioindicators to trace chemical contamination threats on coastal ecosystems. Paper presented at 43rd Colloquium on Ocean Dynamics, Liège, Belgique.
- Richir, J., Vermeulen, S., Biondo, R., Deraikem, A., Fassin, M., Bouqueneau, J.-M., & Gobert, S. (2011, December 08). Assessment of *Mytilus galloprovincialis* to monitor 19 trace elements in the Calvi Bay. Poster session presented at Annual Beltox Congress, Mechelen, Belgium.
- Schietecatte L.-S., Champenois W., Delille B. & A. V. Borges. Preliminary results of continuous oxygen measurement above a *Posidonia oceanica* seagrass bed in the Bay of Calvi (Corsica). 15-20 April 2007, EGU General Assembly, Vienna, Austria.
- Struvay, C., & Demoulin, V., 2008. Diversité moléculaire des Bangiophycées épiphytes de la région de Calvi. CReF meeting, Calvi (France), Mai 2008. Poster.
- Struvay, C., Jacquemart, J., & Demoulin (et divers collaborateurs depuis 1978), 2008. Les Bangiophycées et les Chrysophycées, algues indicatrices de l'eutrophisation ou de changements climatiques? CReF meeting, Calvi (France), Mai 2008. Poster.
- Sturaro, N., Lepoint, G., Panzalis, P., Navone, A., & Gobert, S. (2010, October). Top-down role of fish predators in structuring amphipod community associated to *Posidonia oceanica* seagrass meadows. Poster session presented at 17th Benelux Congress of Zoology, Ghent, Belgium.
- Sturaro, N., Lepoint, G., Panzalis, P., Navone, A., & Gobert, S. (2010, September). The role of fish predation in the structure of amphipod community associated with *Posidonia oceanica* seagrass meadows. Paper presented at XIVth International Colloquium on Amphipoda, Seville, Spain.

Conférences scientifiques dans des Universités ou Centre de Recherches

- Gobert, S., & Richir, J. (2011, November 25). Contamination of the Marine Environment by trace metals: old and emergent elements, case studies and perspectives. Paper presented at Ecotoxicologie-Wallonie, Namur, Belgium.
- Pere A. La pêche de la langouste rouge *Palinurus elephas* en Corse – historique, état actuel et perspectives. Journée de l'école doctorale, 30 juin 2011, Corte.

- Pere A. Suivi de l'activité de pêche à la langouste en Corse, année 2004 et 2005. Journée de l'école doctorale, 11 juillet 2006, Corte.
- Pere A. Suivi de l'activité de pêche à la langouste en Corse, année 2004. Journée de l'école doctorale, 13 juillet 2005, Corte.
- Pere A. Suivi de la pêche langoustière effectué par la Stareso depuis 2004. Séminaire sur le milieu marin en Corse organisé par le DREAL Corse. 5-8 octobre, 2009, Stareso, Calvi, France.
- Pere A. Suivi de la pêche langoustière en Corse après 3 ans d'études (2004-2006). Séminaire sur le milieu marin en Corse organisé par le DIREN et IFREMER. 16-18 octobre, 2007. Stareso, Calvi, France.
- Pere A. Suivi scientifique de l'activité de pêche à la langouste en Corse pour l'année 2004. Séminaire sur le milieu marin organisé par la DIREN. 20-22 Octobre, 2004. Stareso, Calvi, France.
- Richir, J., Biondo, R., Bouquegneau, J.-M., & Gobert, S. (2011, December 02). *Posidonia oceanica*, a usefull tool to biomonitor the pollution of Mediterranean coastal areas by trace elements. Paper presented at Journée UNITER, Bruxelles, Belgique.

Rapports de programmes scientifiques

- Bay, D., 1973. Première approche de l'étude *in situ* de la respiration des communautés benthiques infralittorales de la baie de Calvi. STARESO Progress Report, 5, 35 pp.
- Chery A., Pere A., Pelaprat C., Lejeune P., 2009. Étude environnementale et de fréquentation en vue de l'aménagement de la baie de Roccapi - Rapport intermédiaire. Contrat STARESO/ Conservatoire du Littoral, 45 pp.
- Gallmetzer I., Haselmair A., Pere A., Pelaprat C., Lejeune P., Velimirov B., 2008. Corail rouge en Corse - Synthèse et interprétation des données existantes sur la corail rouge à l'effet d'envisager une première approche des mesures de gestion à appliquer à ce type de ressource. Contrat Office de l'Environnement de la Corse & Stareso, 42 pp.
- Ginoux G., Lejeune P., Pere A., 2010. Suivi scientifique de la pêche langoustière - Analyse de données récoltées par un pêcheur de Balagne de 2004 à 2009. Stareso, 25 pp.
- Pelaprat C., Pere A., Lejeune P., 2003. Programme de reconversion de la pêche langoustière corse. Rapport d'activité final. Contrat Office de l'Environnement de la Corse & Stareso, 52 pp + annexes.
- Pere A., Layssac K., Lejeune P., Pelaprat C., 2004. Suivi scientifique de l'arrêté temporaire de la pêche à la langouste durant les mois de septembre 2002, 2003, 2004. Rapport d'étape. Septembre 2004. Contrat Office de l'Environnement de la Corse & Stareso, 55 pp + annexes.
- Pere A., Lejeune P., 2009. Rapport de synthèse destiné aux pêcheurs professionnels corses - L'aquaculture de la langouste. Stareso, 13 pp.
- Pere A., Lejeune P., Pelaprat C., 2008. Suivi scientifique de la pêche langoustière corse. Rapport Final. Année 2007. Contrat Office de l'Environnement de la Corse & Stareso, 114 pp + annexes.
- Pere A., Lejeune P., Pelaprat C., 2009. Suivi scientifique de la pêche langoustière corse – Rapport Final - Années 2004-2008. Contrat Office de l'Environnement de la Corse. Stareso, 78 pp + annexes.
- Pere A., Lejeune P., Pelaprat C., 2010. Suivi scientifique de la pêche langoustière corse - Rapport Final - Années 2004-2009. Contrat Office de l'Environnement de la Corse. Stareso, Fr., 106 pp.
- Pere A., Lejeune P., Pelaprat C., 2011. Suivi scientifique de la pêche langoustière corse - Rapport Final - Version 1 - Années 2004-2010. Contrat Office de l'Environnement de la Corse. Stareso, 227 pp.
- Pere A., Pelaprat C., Lejeune P., 2003. Rapport de synthèse destiné aux professionnels corses sur les mesures et les observations de langoustes effectuées en 2003. Stareso, 7 pp.
- Pere A., Pelaprat C., Lejeune P., 2003. Suivi scientifique de l'arrêté temporaire de la pêche à la langouste durant les mois de septembre 2002, 2003 et 2004. Document de travail. Septembre 2003. Contrat Office de l'Environnement de la Corse & Stareso, 26 pp.

- Pere A., Pelaprat C., Lejeune P., 2004. Rapport de synthèse destiné aux pêcheurs professionnels corses sur les captures de langoustes effectuées en 2004. Stareso, 18 pp.
- Pere A., Pelaprat C., Lejeune P., 2008. Rapport de synthèse destiné aux pêcheurs professionnels corses sur le suivi scientifique de la pêche langoustière – La biologie de la langouste rouge – Bilan des années 2004 à 2007. Stareso, 18 pp.
- Pere A., Vandomme D., Layssac K., Lejeune P., Pelaprat C., 2005. Suivi scientifique de l'arrêt temporaire de la pêche langoustière corse. Rapport Final. Décembre 2005. Contrat Office de l'Environnement de la Corse & Stareso, 131 pp + annexes.

Articles et communications scientifiques de vulgarisation

- Gobert, S. and Moreau, D. (2009, June 25). Les vigies de l'environnement côtier. Article published online in the non-specialist press. Reflexions, University of Liège Publ., Liège, Belgium.
- Lejeune P., Pere A. Assises de la pêche. Collectivité Territoriale de Corse, 7 décembre 2006, Ajaccio.
- Pere A. « Corse, la richesse de la mer ». Séminaire Institut Régional d'Administration, 25-27 juin 2007, Bastia.
- Pere A. 2010. La pêche langoustière en Corse. Posidonia, Association I Sbuleca Mare, 22, 2.
- Pere A. La pêche en Corse. Fête de la nature, Association des Amis du Parc Naturel Régional de Corse, 19-20 mai 2007, Sotta.
- Pere A. La pêche en Corse. Opération « Cap Mer ». Office de l'Environnement de la Corse, 9-10 novembre 2006, Corte.
- Pere A. Le suivi de la pêche langoustière en Corse et son évolution depuis 2004. Programme d'animations du stand de la Collectivité Territoriale de Corse. Festival du vent, 29 octobre 2009, Calvi.
- Pere A. Suivi scientifique de l'activité de pêche à la langouste en Corse. Journées de la Coopération en Méditerranée, Association « Barcelone + 10 », 13-14 octobre 2005, Bonifacio.
- Pere A. Suivi scientifique de l'activité de pêche à la langouste en Corse. Communications orales lors des assemblées générales du CRPMEM (Comité Régional des Pêches en Mer et des Elevages Marins), pendant les assemblées générales des prud'homies, pendant les Comités de Pilotages organisés par l'OEC, 2004 à 2011.
- Pere A., Pelaprat C. Suivi scientifique de l'activité de pêche à la langouste en Corse. Colloque « Un avenir pour la langouste en Iroise », Comité Local des Pêches d'Audierne, 17 octobre 2005, Audierne.
- Pere A., Pelaprat C., Lejeune P., 2006. Hommage à la langouste rouge. Stantari. 6, 8-17.
- Pere A., Vincent B., Lejeune P., 2010. Jeunes hommes et jeunes langoustes. Stantari. 22, 56-58.

Thèses de doctorat

- Bay, D., 1978. Etude "*in situ*" de la production primaire d'un herbier de Posidonies (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) de la baie de Calvi – Corse. Thèse de Doctorat en Sciences Océanologiques de l'Université de Liège, 251 pp.
- Gobert, S., 2002. Variations spatiale et temporelle de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse de doctorat, Université de Liège, 226 pp.
- Jacquemart, J., 2009. Etude de la communauté des macroalgues épiphytes de *Posidonia oceanica* (L.) Delile et comparaison avec celle de *Cystoseira balearica* Sauv. – Approche expérimentale visant à élucider les effets de l'eutrophisation sur ces communautés. Thèse de doctorat, Université de Liège, 393 pp.
- Janssens, M., 2000. Etude *in situ* de la production primaire des macroalgues d'une baie méditerranéenne et influences dans le cycle du carbone : Baie de la Revellata, Calvi (Corse - France). Thèse de Doctorat en Sciences, orientation botanique, Université de Liège, 270 pp.
- Michel, L., 2011. Multidisciplinary study of trophic diversity and functional role of amphipod

crustaceans associated to *Posidonia oceanica* meadows. University of Liège, Belgium, 261 pp.

Mémoires de master et rapports de stage

- Champenois W. (2008). Etude du métabolisme, à l'échelle de l'écosystème, de l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delille en Baie de Calvi. Master II thesis, University of Liège, 125 pp.
- Clarisse, S. (1981). Contribution à la connaissance de la phénologie de l'autoécologie et de l'épiphytisme de *Cystoseira balearica* Sauvageau en Baie de la Revellata (Calvi, Corse). Mémoire de Licence. Université de Liège, 73 pp + 68 pp.
- Deraikem, A. (2011). Teneur en éléments traces en Baie de Calvi par l'utilisation de *Mytilus galloprovincialis* comme indicateur. Mémoire de master en biologie des organismes et écologie, à finalité approfondie (option océanographie), Université de Liège, 78 pp.
- Desclin, P. (2005). Etude comparative des macroalgues *Codium elisabethae* (Açores) et *Codium bursa* (Corse): capacités de concentration des nutriments et cycles de reproduction. Mémoire de Master en Océanologie (DEA), Université de Liège.
- Detienne, X. (1988). Comportement des bangiophycées épiphytes de la région de Calvi en relation avec la qualité des eaux: approche expérimentale et *in situ*. Mémoire de Licence en Botanique, Université de Liège, 110 p.
- Elkafazi, A. (1993). Modèle unidimensionnel de compétition entre deux espèces d'algues. Mémoire de DEA Européen en modélisation de l'environnement marin, Université de Liège.
- Fassin, M. (2011). Teneurs en éléments traces chez *Mytilus galloprovincialis* dans l'étang de Diane (Corse). Mémoire de master en biologie des organismes et écologie, à finalité approfondie (option océanographie), Université de Liège, 66 pp.
- Goffart A. (1982). Systématique et écologie des Bangiophycées épiphytes dans la baie de Calvi (Corse), Mémoire de Licence, Université de Liège.
- Janssen, M. P. (1979). Répartition et autoécologie de quelques chlorophycées et phéophycées et étude des cyanophycées épiphytes sur *Cladophora prolifera* dans la baie de la Revellata (Corse). Mémoire de Licence en Sciences Botaniques de l'Université de Liège, 110 pp.
- Janssens, M. (1991). Etude de la répartition de différentes macroalgues et algues bleues filamenteuses dans la région de Calvi. Mémoire de Licence. Université de Liège, 93 pp + 68 pp.
- Janssens, M. (1993). Etat des peuplements algologiques de la baie de la Revellata (Calvi-Corse) : évolution, cartographie et biomasse. Mémoire de Maîtrise en Océanologie. Université de Liège, 71 pp.
- Jasick A. (2007). Amélioration de l'extraction et de l'amplification de DNA chez les Bangiophycées. Mémoire de licence professionnelle (France, échange entre institutions), 37 pp + 8 pp.
- Koudil, M. (1993). Cartographie biosédimentaire des petits fonds marins par imagerie SPOT en Méditerranée. Golfs de Calvi et de St Florent. Mémoire de DESS Télédétection. Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Université de Paris VI, 20 pp.
- Lefèbvre, L. (2011). Etude des concentrations en éléments traces présents dans l'eau, le sédiment et *Posidonia oceanica* (L.) Delile dans la Baie de Calvi (Corse). Mémoire de Master 2 en Océanographie à finalité approfondie, Université de Liège, 53 pp + 53 pp.
- Louis, P.-K. (2011). Technique non-destructive pour la définition de la qualité biologique des masses d'eaux en Méditerranée: Mise au point, validation et mesure des effets sur la physiologie de *P. oceanica*. Mémoire de Bachelier à l'Institut Supérieur Agronomique de Huy-Gembloux, Campus of Isia, 74 pp.
- Luy, N. (2009). Teneurs en éléments traces dans *Posidonia oceanica* (L.) Delile du littoral français : mise en relation avec l'eutrophisation. Mémoire de Master 2 en Océanographie à finalité approfondie, Université de Liège, 65 pp.
- Pere A. (2003). La pêche à la langouste aux casiers – L'exemple de l'Australie occidentale – Le programme de reconversion de la pêche en Corse. Université de Corse, Faculté des sciences et techniques. DEA Sciences pour l'Environnement, option biodiversité, 19 pp.
- Pere A. (2003). Suivi scientifique de l'activité de pêche à la langouste en Balagne et en Corse.

- Université de Corse, Faculté des sciences et techniques. DEA Sciences pour l'Environnement, option biodiversité, 31 pp.
- Richir, J. (2007). Etude de la communauté bactérienne de la Baie de Calvi. Mémoire de Master 2 en Océanographie à finalité approfondie, Université de Liège, 94 pp.
- Roland, M. (2011). Etat de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile en baie d'Ajaccio – Effet de l'activité humaine sur les concentrations en éléments traces. Mémoire de Master 2 en Océanographie à finalité approfondie, Université de Liège, 61 pp.
- Serpe, P. (2010). Dosage des concentrations en 18 éléments traces chez *Posidonia oceanica* et *Paracentrotus lividus* en baie de la Revellata: variation saisonnière et pluriannuelle. Mémoire de Master 2 en Océanographie à finalité approfondie, Université de Liège, 71 pp.
- Struvay, C. (2008). Approche moléculaire de l'utilisation des Bangiophycées comme bioindicateur d'eutrophisation en milieu côtier. Mémoire de licence en Sciences Biochimiques, 50 pp.
- Wilmotte, A., (1982). Systématique et écologie des cyanophycées épiphytes sur *Cladophora prolifera* dans les milieux portuaires de la région de Calvi (Corse). Mémoire de Licence en Botanique, Université de Liège, 92 pp + 67 pp.